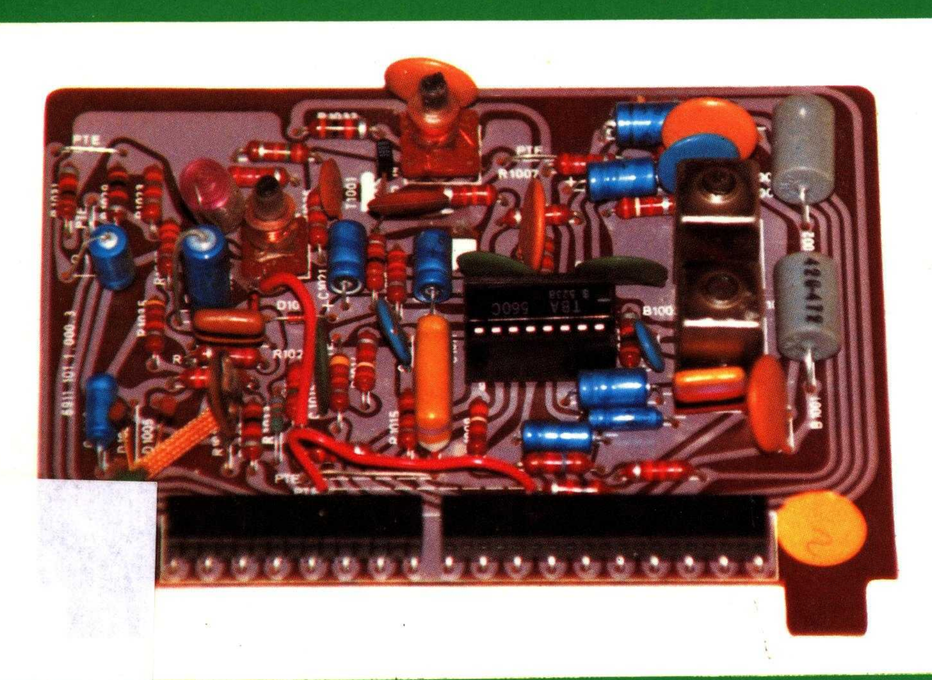
ELECTRONICA FUNDAMENTAL 1

TEORIA: Introducción a la electrónica
Electricidad

PRACTICA: Soldadura y montajes eléctricos
El aparato de medida
Componentes eléctricos y electrónicos



J. Mª Angulo

[RONICA

FUNDAMENTAL 1

José M.ª Angulo Usategui
Dr. Ingeniero Industrial

ELECTRONICA FUNDAMENTAL 1

TEORIA Y PRACTICA. DESDE LA VALVULA HASTA EL CIRCUITO INTEGRADO

TEORIA: **Introducción a la electrónica**
Electricidad

PRACTICA: **Soldadura y montajes eléctricos**
El aparato de medida
Componentes eléctricos y electrónicos



DECIMOTERCERA EDICION

1994

INDICE

APENDICE.

PROLOGO

El fin que persigue esta obra es constituir un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico. Para conseguirlo se ha tratado de dar una explicación física de los fenómenos eléctricos y electrónicos, textual y gráficamente, para hacerlo más asequible a quienes desconocen totalmente esta técnica. Por este motivo, se han eliminado los planteamientos matemáticos complejos, usando exclusivamente las operaciones numéricas más elementales.

El curso completo consta de siete tomos y el temario teórico y práctico que contiene cada uno es el siguiente:

Tomo 1. *Teoría:* Introducción a la Electrónica. Electricidad.

Práctica: Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

Tomo 2. *Teoría:* Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros.

Práctica: Características de las válvulas y diodos semiconductores. Montaje de fuentes de alimentación.

Tomo 3. *Teoría:* Amplificadores.

Práctica: Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de baja y alta frecuencia.

Tomo 4. *Teoría:* Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M.

Práctica: Montaje, ajuste y averías de un receptor de radio.

Tomo 5. *Teoría:* Diodos, transistores y semiconductores especiales.

Práctica: Experimentación y montajes sobre circuitos con transistores semiconductores especiales.

Tomo 6. *Teoría:* Circuitos integrados digitales y analógicos. El microprocesador. Hardware y software del microprocesador 8085.

Práctica: Montajes y experimentación con circuitos integrados analógicos y digitales. Programación del microprocesador 8085.

Tomo 7. *Problemas de electrónica resueltos y con soluciones.* Presentación y resolución de varios cientos de problemas sobre Electricidad, Electrónica con válvulas de vacío, Electrónica con transistores y semiconductores, Circuitos integrados analógicos, Circuitos integrados digitales y Microprocesadores (8085).

El ofrecer la obra en varios tomos tiene una doble finalidad: en primer lugar, escalonar el estudio de una forma metódica y sencilla, procurando que cada libro muestre un tema completo e independiente, que facilite una progresiva introducción a la Electrónica de forma poco costosa. En segundo lugar, esta colección permite la adquisición o consulta del tema que interese de forma económica y simple, dado el racional desglose de las materias.

Desde hace unos años esta obra ha sido totalmente reformada y modernizada, dando lugar a otra colección, que lleva por título *"Enciclopedia de Electrónica Moderna"* y consta de 7 tomos. En ella se ha eliminado la parte referente a válvulas de vacío y se han ampliado y actualizado los temas de circuitos integrados y microprocesadores.

El autor

Primera Parte

Teoría

Introducción a la electrónica. Electricidad

LECCION 1

EL ATOMO

INTRODUCCION. CONSTITUCION DE LA MATERIA

Para entender la electricidad y la electrónica hay que conocer la estructura de los cuerpos, pues pequeños movimientos de partículas diminutas dentro de dichas estructuras son los que ocasionan los fenómenos eléctricos y electrónicos.

Cualquier cuerpo simple, sea cual sea, está constituido por una gran cantidad de elementos infinitamente pequeños, que llamamos *átomos*. Por ejemplo, el hierro está formado por átomos, el cobre también, etc...

El átomo de hierro es distinto que el del cobre, por lo que se comprende que las características del cobre sean diferentes de las del hierro, ya que los dos están formados por sus respectivos átomos y éstos, como hemos dicho, son diferentes.

EL ATOMO

Es la partícula más pequeña de un elemento, que conserva las características propias de éste.

El átomo, en general, está constituido de forma parecida a nuestro sistema planetario, pero en miniatura: En él existen una serie de partículas llamadas *protones*, agrupadas en su centro, a

manera de sol y alrededor de las cuales giran otras partículas diferentes, llamadas *electrones,* en órbitas más o menos elípticas y a distancias variables del centro.

Se llama *núcleo* el centro en donde se agrupan los protones; en él también hay otro tipo de partículas, que no son de interés para el estudio de la teoría electrónica, por el momento.

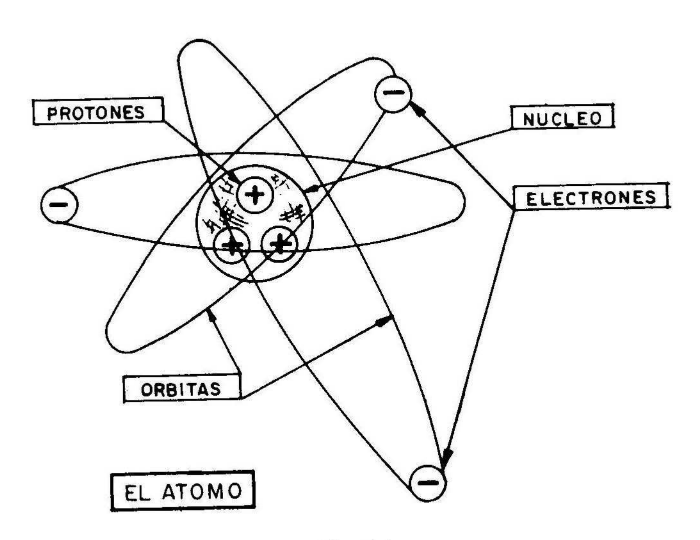


Fig. 1-1

Para distinguir los protones de los electrones, a los primeros se les ha marcado con el signo + y a los segundos con el —.

Las partículas llamadas protones, situadas en el centro, hacen el papel de sol, mientras que las llamadas electrones, girando alrededor del conjunto de protones, a diferentes distancias, se asemejan a los planetas.

Desde ahora representamos el átomo en un plano, para simplificar los dibujos; así, un átomo quedará esquematizado como se muestra en la figura siguiente (fig. 1-2).

> «En cualquier átomo el número de protones es igual al total de electrones.»

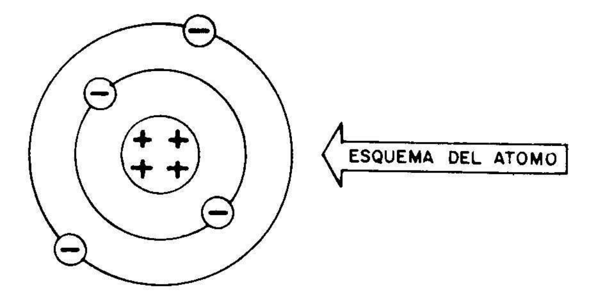


Fig. 1-2

La diferencia fundamental de los cuerpos simples que se conocen en la naturaleza y que son unos 100, estriba precisamente en su número atómico, que indica el número de electrones (igual al de protones) que tiene cada elemento. Existe una tabla establecida por Mendelejef en la que se han ordenado todos los elementos según su número de electrones. El hidrógeno ocupa el primer puesto, pues sólo tiene un protón en el núcleo y un electrón en la envoltura; el helio es el segundo, con 2 electrones y 2 protones; el litio el tercero, etc...

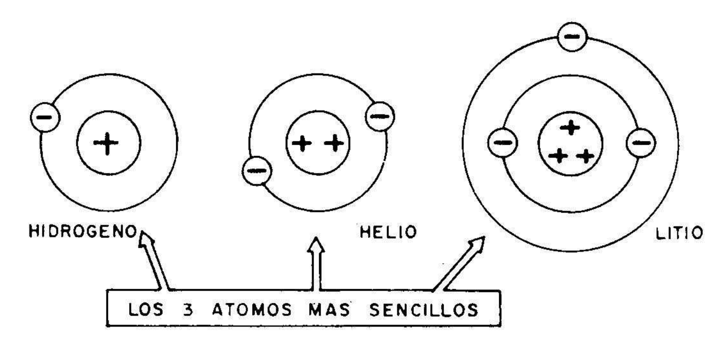


Fig. 1-3

DISTRIBUCION DE LOS ELECTRONES EN LAS ORBITAS

Cada órbita, según su orden de proximidad al núcleo, tiene una capacidad máxima de contener electrones.

Así, por ejemplo:

La 1.ª órbita, llamada K, que es la más cercana al núcleo, no puede contener más de 2 electrones.

La 2.ª órbita, llamada L, puede contener como máximo 8 electrones.

La 3.ª órbita, llamada M, puede tener hasta 18 electrones.

La 4.ª órbita, llamada N, puede tener hasta 32 electrones.

Si nos fijamos, la cantidad máxima de electrones viene dada por la fórmula $2 \cdot n^2$, siendo n el número de órbita.

Sin embargo, y sobre todo en las últimas órbitas, hay que tener en cuenta las reglas de Pauli, las dos primeras de las cuales nos dicen que *la última órbita de un átomo no puede tener más de ocho electrones y la penúltima dieciocho.*

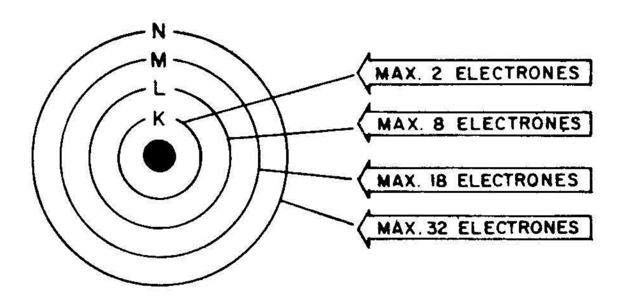


Fig. 1-4

Así, en un átomo como el Si (silicio), con 14 electrones y 14 protones, los electrones van distribuyéndose en las órbitas por orden, es decir, primero llenan con 2 electrones la órbita K, luego con 8 la L, y los 4 que quedan pasan a la órbita M.

CARGA ELECTRICA

Si pudiéramos colocar un protón frente a un electrón, veríamos que se acercarían entre sí rápidamente. Esto nos indica que entre las dos partículas existe una fuerza de atracción invisible.

Esta fuerza de atracción explica por qué los electrones, al girar con gran velocidad alrededor del núcleo, no se salen de las órbitas: la razón se debe a la fuerza de atracción que los protones del núcleo ejercen sobre los electrones, que anula la fuerza centrífuga que trata de sacarlos de la órbita.

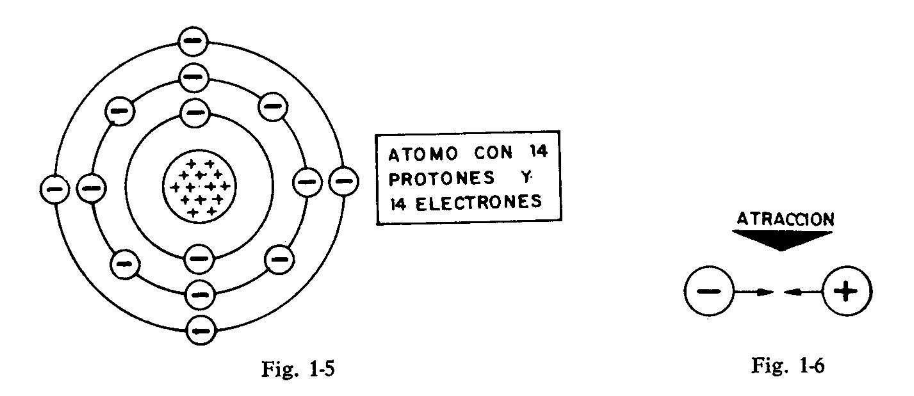


Fig. 1-5

Fig. 1-6

Sin embargo, si enfrentamos a dos protones, éstos se repelen, y otro tanto ocurre si enfrentamos a dos electrones.

En resumen, entre un protón (partícula que está en el centro del átomo) y un electrón (partícula que gira alrededor del centro) hay una fuerza invisible e inexplicable de atracción. Entre dos protones o dos electrones la fuerza es de repulsión.

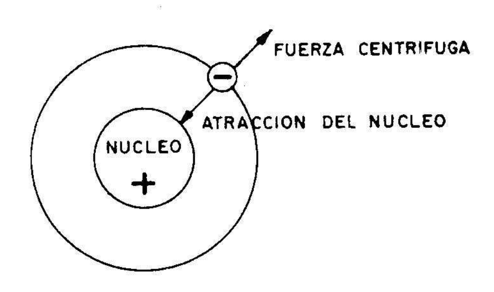


Fig. 1-7

Si al colocar frente a un protón un electrón aparece una fuerza de atracción y al colocar otro protón la fuerza es de repulsión, es porque tanto uno como otro tienen una propiedad especial des-

conocida que se llamó «carga eléctrica», y que por su actuación anterior deben ser distintas. *Como la propiedad especial de un protón es distinta a la del electrón las vamos a llamar de distinta manera: el protón tendrá una carga eléctrica «positiva» y el electrón una carga eléctrica (o propiedad especial) «negativa».*

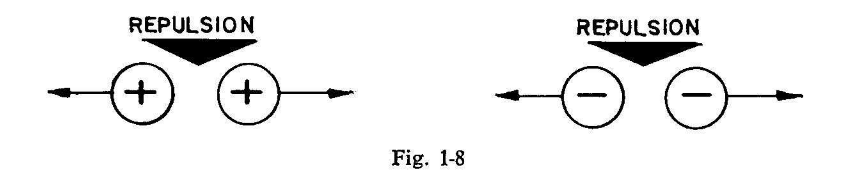


Fig. 1-8

El nombre de positivo o negativo es de elección totalmente arbitraria y podríamos haberlos distinguido con otro apelativo.

> *Ley:* Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.

ATOMO NEUTRO

Ya se dijo que, en estado normal, un átomo tiene una cantidad total de electrones, igual a la de protones.

En estas condiciones, el estado del átomo se dice que es neutro y no será capaz de atraer ni repeler a un electrón o a un protón colocado en sus inmediaciones. En efecto, supongamos que colocamos un electrón cerca del átomo: los protones del átomo tenderán a atraerlo, pero sus electrones tenderán a repelerlo. Como tiene igual número de unos que de otros, las fuerzas de atracción quedarán compensadas y anuladas por las de repulsión.

Como un átomo en estado neutro (igual número de electrones que de protones) no atrae ni repele, se dice que su carga total, o sea, la suma de las positivas de los protones y las negativas de los electrones, es cero o nula. Recuérdese que se llama carga eléctrica a la propiedad de ejercer fuerzas de atracción o repulsión.

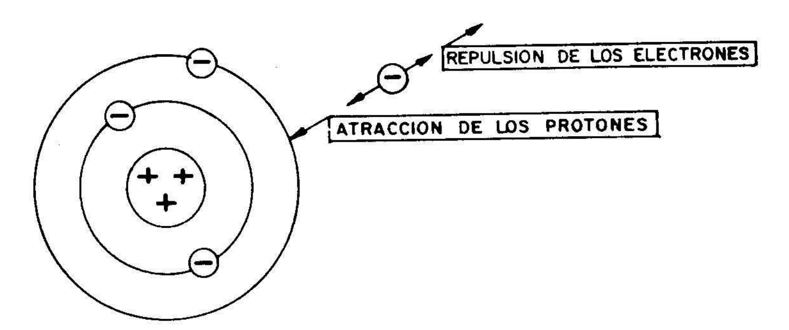


Fig. 1-9

ATOMO CON CARGA

Si a un átomo en estado neutro le quitamos un cierto número de electrones, será capaz de atraer a un electrón colocado en sus cercanías, porque al tener un exceso de protones las fuerzas de atracción de éstos sobre el electrón, que colocamos en su proximidad, supera la fuerza de repulsión de los electrones.

A este tipo de átomos se les dice que tienen carga positiva, tanto mayor cuantos protones existan más que electrones. En realidad ya no son átomos puros y reciben el nombre de iones.

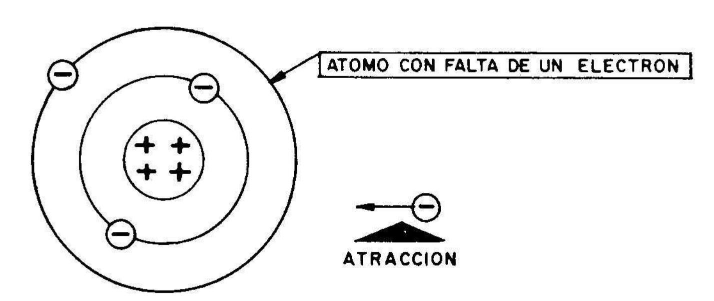


Fig. 1-10

Como es lógico, los electrones de la última órbita son los que pueden escapar más fácilmente del átomo, por ser los más alejados del núcleo con protones. Estos electrones capaces de escaparse de la última órbita del átomo reciben el nombre, al igual que dicha órbita, de «valencia».

Otra posibilidad es que pasen a la última órbita electrones libres y el átomo contenga más de éstos que protones.

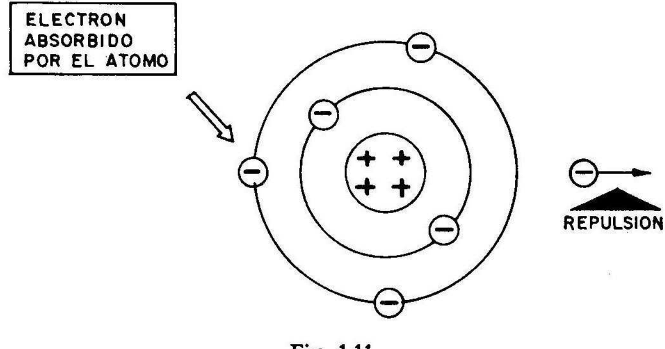


Fig. 1-11

> *En resumen:* Un átomo al que se le ha quitado un número determinado de electrones queda cargado positivamente, a causa de un exceso de protones.

Si le añadimos electrones a los que en estado neutro le corresponden la carga del átomo sería negativa, al tener exceso de electrones.

La carga se mide por el número de electrones que un cuerpo tiene de más o de menos comparado con el número de protones.

LEY DE COULOMB

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos viene expresada por la siguiente fórmula:

$$F = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

Siendo *F*, la fuerza; Q_1 y Q_2, las cargas de los dos cuerpos; *d*, la distancia entre ellos, y *K*, un número que depende de dónde estén colocados los átomos, o sea, del medio ambiente y el sistema de unidades empleado, y que se llama *constante de proporcionalidad.*

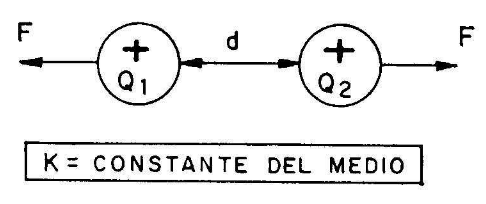


Fig. 1-12

UNIDAD DE CARGA

La carga de un cuerpo se mide por el número de electrones o protones que tiene en exceso.

1) Se puede considerar la carga de un electrón como la menor cantidad de carga negativa que puede existir y la carga de un protón como la menor cantidad de carga positiva que puede existir.

Como generalmente este número es muy grande, habría que usar cifras del orden de los billones. Para operar con números más pequeños, se usa como unidad de carga el culombio, siendo un culombio aproximadamente igual a 6 trillones de electrones:

1 culombio (C) = 6.230.000.000.000.000.000 = $6{,}23 \cdot 10^{18}$ electrones.

EJERCICIOS DE LA LECCION 1.ª

Señalar con una cruz cuál de las tres respuestas es la correcta.

1.ª PREGUNTA. — Un átomo de 5 protones en el núcleo tiene en sus órbitas:

1) *5 electrones.*
2) *5 protones.*
3) *2,5 electrones.*

2.ª PREGUNTA. — En la última órbita de un átomo con 11 protones hay:

1) *11 electrones.*
2) *18 electrones.*
3) *1 electrón.*

3.ª PREGUNTA. — Cuántas órbitas tiene un átomo de 32 electrones:

1) *2 órbitas.*
2) *3 órbitas.*
3) *4 órbitas.*

4.ª PREGUNTA. — El número máximo de electrones que puede haber en la 3.ª órbita es:

1) *3 electrones.*
2) *8 electrones.*
3) *18 electrones.*

5.ª PREGUNTA. — Al colocar un electrón frente a otro, aparece una fuerza de:

1) *Repulsión.*
2) *Atracción.*
3) *Nula.*

6.ª PREGUNTA. — Un átomo al que se le han escapado dos electrones es:

1) *Neutro.*
2) *Positivo.*
3) *Negativo.*

7.ª PREGUNTA. — Un culombio equivale aproximadamente a:

1) *1 electrón.*
2) *6 trillones de electrones.*
3) *6,23 electrones.*

LECCION **2**

LA ELECTRICIDAD

¿QUE ES LA ELECTRICIDAD?

En un cuerpo como el cobre existe una gran cantidad de átomos. Cada átomo tiene sus protones y electrones, estando los electrones distribuidos en diferentes capas y girando alrededor del núcleo de dicho átomo.

Si, por alguna razón, una cierta cantidad de los electrones citados se traslada de átomo en átomo a lo largo de todo el cuerpo, se genera lo que se conoce con el nombre de *CORRIENTE ELECTRICA*.

Se dice que por un hilo de cobre circula una corriente eléctrica, cuando desde uno de sus extremos hasta el otro, y por su interior, hay un paso de electrones.

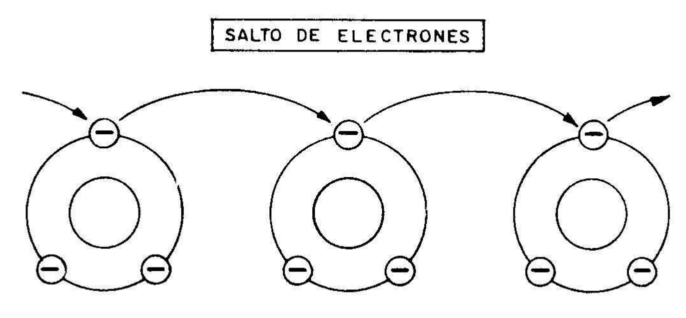


Fig. 2-1

Supongamos que tenemos un hilo de metal formado por una gran cantidad de átomos, con un electrón en su órbita de valencia.

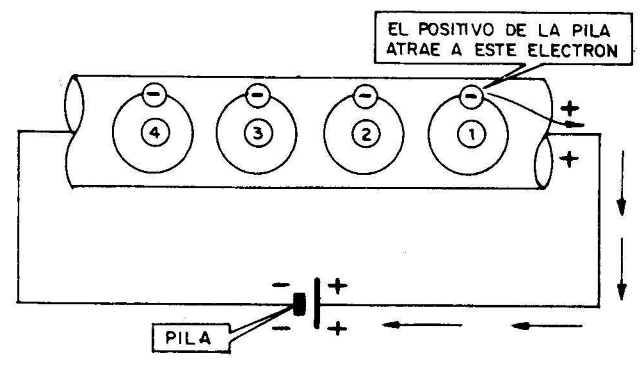


Fig. 2-2

Para simplificar el dibujo sólo se han representado cuatro de estos átomos con sus electrones de valencia. Entre los extremos del hilo se aplica a un extremo una fuerte carga positiva y al otro una negativa, como la que proporcionan los bornes de una pila.

La gran fuerza de atracción del positivo de la pila se lleva el electrón periférico del átomo N.° 1; al quedarse sin un electrón este átomo queda cargado positivamente y atrae y se lleva el electrón del átomo contiguo N.° 2, con lo que éste se carga positivamente y se lleva el electrón del átomo N.° 3; al quedarse éste sin un electrón atrae al electrón del átomo N.° 4 y a éste se le aporta

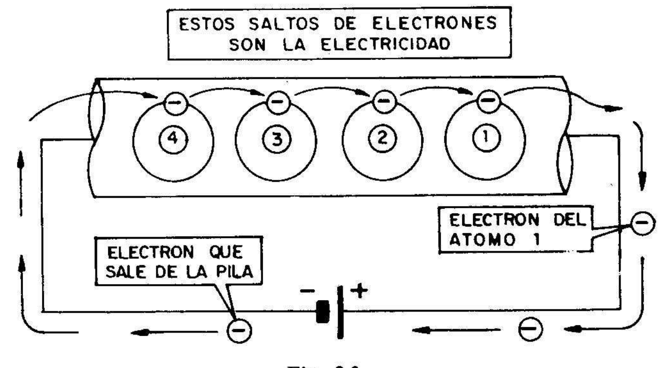


Fig. 2-3

otro electrón, por el negativo de la pila, que se puede decir que es el electrón que había entrado por el positivo, luego la pila no se queda con ningún electrón.

Estos saltos de los electrones de átomo en átomo es lo que se conoce por *electricidad.* Al final todos los átomos se quedan como al principio, con igual número de electrones: lo único que ha habido es un intercambio de electrones entre los átomos (figs. 2-3 y 2-4).

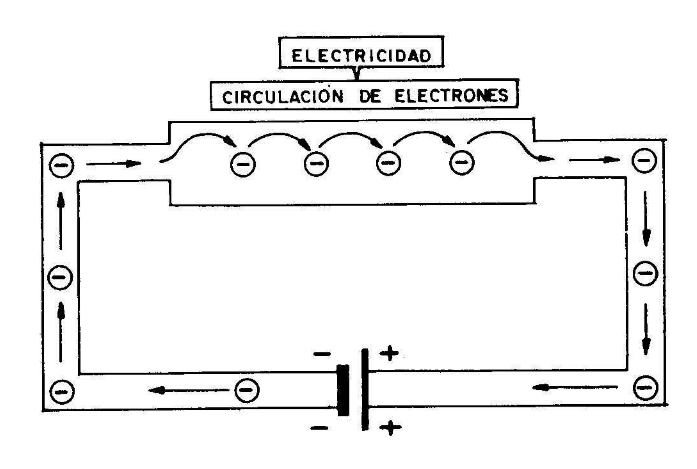


Fig. 2-4

CONDUCTORES Y AISLANTES

En el cobre es muy fácil poner en movimiento los electrones de átomo en átomo de la última capa, pero hay otros cuerpos en los que es muy difícil. A los que dejan pasar fácilmente los electrones se les llama *cuerpos buenos conductores,* porque oponen poca resistencia a su paso; a los que oponen mucha resistencia para desplazarse los electrones, se les llama *cuerpos malos conductores o aislantes.* Son buenos conductores casi todos los metales: cobre, hierro, oro, plata, etc...

El que más se suele usar para transportar la corriente de electrones, por sus características y precio, es el cobre.

CORRIENTE ELECTRICA Y ELECTRONICA

En realidad la corriente eléctrica es un movimiento de electrones, luego la electricidad o corriente eléctrica debe tener el mismo sentido que el que llevan los electrones. Así, si los electrones van de derecha a izquierda, la electricidad también irá en el mismo sentido. Este sistema, sencillo y lógico es el que hemos adoptado, aunque en muchos libros a la corriente eléctrica se le ha dado el sentido contrario que a la electrónica, debido a que en un principio los antiguos científicos consideraron, equivocadamente, que no eran los electrones los que se movían, sino los protones, y bastantes obras por no modificar este error, lo mantienen.

En estas líneas seguimos el criterio moderno y a la corriente eléctrica le damos el mismo sentido que a la electrónica. Advertimos este detalle para que no se tengan dificultades al consultar otros libros.

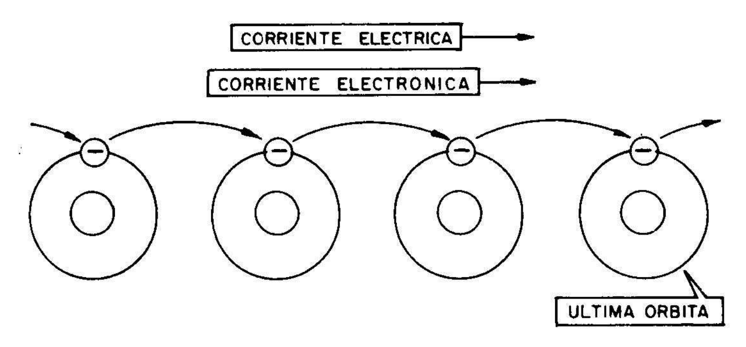


Fig. 2-5

CANTIDAD DE ELECTRICIDAD, CULOMBIO

Cuando queremos saber la cantidad de agua que circula por un tubo, medimos los litros que pasan por él. Cuando deseamos saber la electricidad que pasa por un hilo de cobre, mediremos los electrones que lo atraviesan.

Sin embargo, hay una diferencia entre un caso y otro, y es que en el segundo la cantidad de electrones que pasa por el hilo es enormemente grande y como es muy complicado expresar la corriente eléctrica en electrones, lo que se hace es expresarla en cu-

lombios, teniendo presente que un culombio vale 6 trillones de electrones. De esta forma, en vez de decir un número muy elevado de electrones basta decir que pasan unos pocos culombios, lo que resulta mucho más cómodo.

INTENSIDAD

Sucede como con el agua: Para saber el caudal que transporta una tubería, no basta decir que por ella pasan mil litros, hay que decir también el tiempo que han tardado en pasar. Suele expresarse el caudal por el número de litros que pasan por segundo.

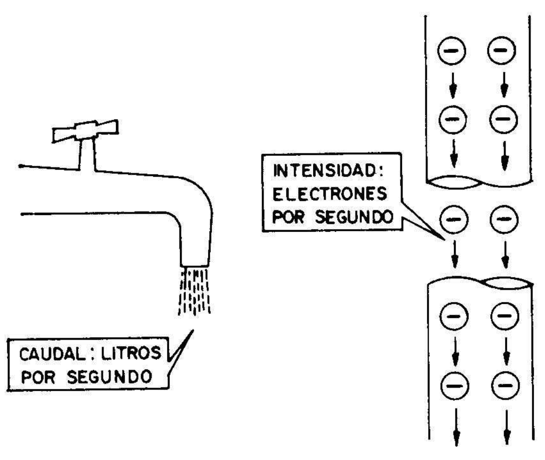


Fig. 2-6

En electricidad, en vez de llamar a este dato caudal, lo designamos por *intensidad* o *corriente* y será el número de electrones (expresado en culombios) que pasan por segundo.

La intensidad se mide en amperios. Así, pues, cuando en un segundo pasa un culombio, se dice que la corriente tiene una intensidad de un amperio, si pasan tres y medio culombios cada segundo, serán tres y medio amperios, y así sucesivamente.

$$\text{(Amperios)}\ I = \frac{Q\ \text{(Culombios)}}{t\ \text{(Segundos)}}$$

La intensidad en amperios se halla dividiendo el número de culombios que han pasado, por el número de segundos que han tardado en pasar, que representa el número de culombios que han pasado en un segundo.

En escritura técnica siempre se indican los amperios con una A, que es su símbolo.

En electrónica el amperio es una unidad muy grande para las corrientes que normalmente hemos de controlar, por eso usamos una unidad más pequeña llamada miliamperio y que se representa mA, que es su milésima parte.

1 A = 1.000 mA
1 mA = 0,001 A

De la fórmula mencionada anteriormente, se deduce la siguiente:

(Culombios) Q = I (Amperios) · t (segundos)

con la que se obtiene la cantidad de culombios que pasan por un conductor por el que circula una corriente de *I* Amperios durante un tiempo de *t* segundos.

EJERCICIOS DE LA LECCION 2.ª

Poner una cruz a la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — La electricidad es:

1) *Una destrucción de electrones.*
2) *Una marcha de electrones de sus átomos.*
3) *Un intercambio de electrones entre átomos.*

2.ª PREGUNTA. — Un cuerpo aislante presenta:

1) *Gran resistencia al paso de los electrones.*
2) *Una desviación en el camino de los electrones.*
3) *Poca resistencia al paso de los electrones.*

3.ª PREGUNTA. — La intensidad eléctrica es:

1) *El paso de electrones por un conductor.*
2) *La cantidad de electrones que pasan.*
3) *Los electrones que circulan cada segundo.*

4.ª PREGUNTA. — El amperio es:

1) *Los electrones que pasan por un cable.*
2) *Un culombio que pasa cada segundo.*
3) *Un electrón que pasa cada segundo.*

5.ª PREGUNTA. — ¿Cuántos mA hay en 2,5 A?

1) *25 mA.*
2) *250 mA.*
3) *2.500 mA.*

6.ª PREGUNTA. — ¿Cuántos A hay en 25 mA?

1) *25.000 A.*
2) *0,025 A.*
3) *0,00025 A.*

PROBLEMA. — Por un cable pasan 24 trillones de electrones en 2 segundos. Calcular la intensidad en A que pasa, si se supone que 1 culombio tiene 6 trillones de electrones.

LECCION **3**

RESISTENCIAS

DEFINICION

Resistencia de un cuerpo es la oposición que éste presenta al movimiento de electrones a su través, es decir, a la corriente eléctrica.

Así como la altura se mide en metros, el peso en kilogramos, etcétera, las resistencias se miden en unas unidades llamadas ohmios.

Es fácil de comprender que si por una tubería circula agua, ésta pasará más fácilmente si dicha tubería es ancha que si es estrecha. También pasará mejor el agua, si es corta que si es larga. Asimismo, si el interior de la tubería es lisa, presentará menos oposición que si es rugosa.

De la misma forma, un conductor eléctrico presentará menos resistencia al paso de la corriente si es grueso que si es delgado, si es corto que si es largo. El tipo de material de que está constituido (equivalente a la rugosidad de un tubería) tendrá influencia sobre la resistencia. Esto anterior se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\boxed{R = \rho \frac{L}{S}}$$

En donde L es la longitud del cuerpo conductor, S la superficie que presenta al paso de la corriente y ρ un número que depende del tipo de material de que se trate, y se llama resistividad.

Vemos que cuanto mayor sea L, es decir el numerador, mayor es R, es decir el cociente, como ya sabíamos (a mayor longitud, mayor resistencia).

Cuanto mayor es S, o sea el denominador, menor es R (menor cociente), es decir: a mayor superficie de paso de corriente, menor resistencia.

El valor que obtenemos aplicando la fórmula viene expresado en ohmios, que es la unidad fundamental de la resistencia y se representa por la letra griega Ω.

La resistividad de algunos materiales usados en Electrónica, expresada en ohmios · mm^2/m es 0,0165 para la Plata, 0,0175 para el Cobre, 0,13 el Hierro, 0,12 el Estaño y 0,029 el Aluminio.

EJEMPLO

Calcular la resistencia de un cable de cobre de 100 metros de longitud y 2 milímetros de diámetro, sabiendo que la resistencia del cobre vale 0,0175 $\Omega/m/mm^2$.

1.º) Para resolver el problema hay que aplicar la fórmula:

$$\boxed{R = \rho \frac{L}{S}}$$

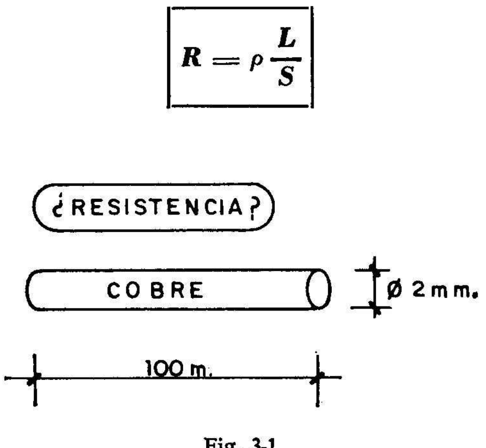


Fig. 3-1

2.°) Hemos de calcular el valor de la sección *S*.

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

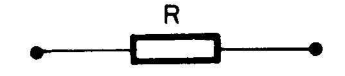
$$S = \frac{3{,}14 \cdot 2^2}{4} = 3{,}14 \text{ mm}^2$$

3.°) Sustituyendo valores en la fórmula:

$$R = 0{,}0175 \frac{100}{3{,}14} = 0{,}55 \ \Omega$$

REPRESENTACION DE UNA RESISTENCIA

Una resistencia se representa en el dibujo como un rectángulo de la siguiente manera:



REPRESENTACION DE UNA RESISTENCIA

Fig. 3-2

UNIDADES DE RESISTENCIA

La unidad fundamental es el ohmio (Ω). Así como el kilogramo tiene 1.000 gramos, el kilohmio, que se escribe KΩ, vale 1.000 ohmios.

2 K 5 = 2.500 Ω

1 KΩ = 1.000 Ω
10 KΩ = 10.000 Ω
12 KΩ = 12.000 Ω

Hay otra unidad que es el megohmio, que se representa MΩ, y vale un millón de ohmios.

1 M 2 = 1.200.000 Ω

1 MΩ = 1.000.000 Ω
10 MΩ = 10.000.000 Ω

RESISTENCIAS EN SERIE

Se dice que varias resistencias están en serie cuando van unas detrás de otras.

Representación de resistencias en serie.

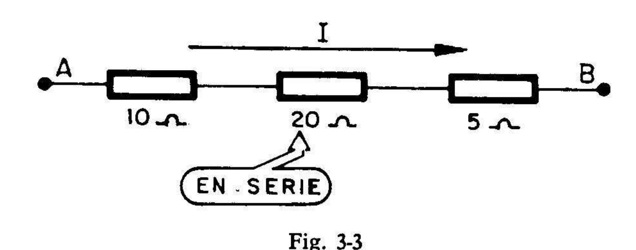


Fig. 3-3

La oposición al paso de la corriente de varias resistencias en serie es igual a la suma de la oposición que presenta cada una de ellas, como es fácil de entender.

En el ejemplo de la figura 3-3 hay 3 resistencias en serie, una de 10 Ω, otra de 20 Ω y una tercera de 5 Ω. La resistencia total será $10 + 20 + 5 = 35\ \Omega$.

Esto quiere decir que se pueden sustituir varias resistencias en serie por una sola, cuyo valor sea la suma de ellas.

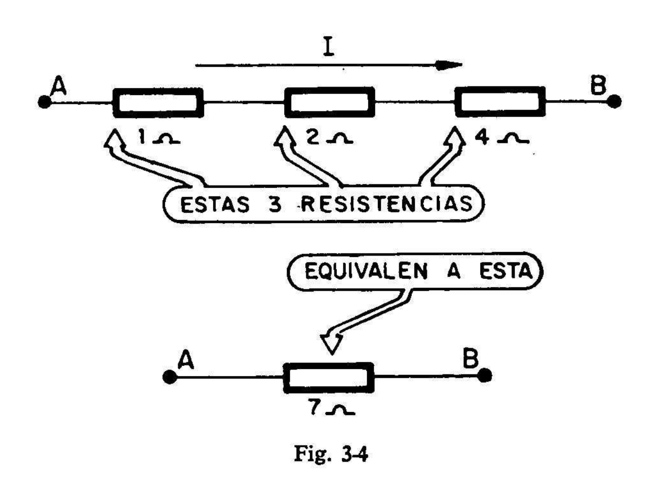


Fig. 3-4

RESISTENCIAS EN PARALELO

Varias resistencias están en paralelo cuando tienen unidos los extremos en un mismo punto.

En la figura 3-5 se observa que los extremos de la izquierda de las resistencias están unidos en un punto, y lo mismo pasa con los extremos de la derecha. En este caso diremos que las tres resistencias de 2, 3 y 4 Ω están en paralelo.

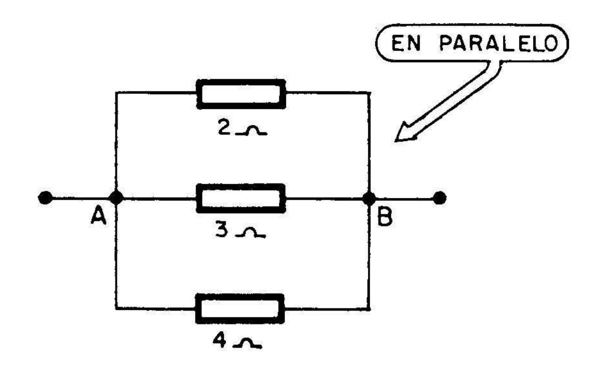


Fig. 3-5

RESISTENCIA EQUIVALENTE DE VARIAS EN PARALELO: CASO DE 2 RESISTENCIAS

La resistencia equivalente de otras dos en paralelo se halla dividiendo el producto de ambas por su suma.

EJEMPLO

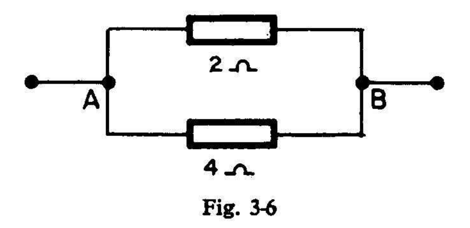


Fig. 3-6

Las dos resistencias de la figura están en paralelo; su efecto es el mismo que el de otra resistencia única de valor:

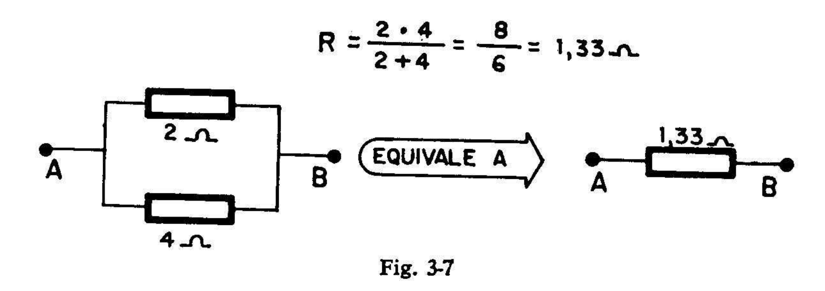


Fig. 3-7

> Regla práctica: *«la resistencia equivalente de varias en paralelo es menor que la más pequeña de ellas».*

La intensidad que circula por cada resistencia puesta en paralelo depende del valor de su resistencia. Pasa igual que cuando una cañería se divide en dos: pasará más caudal de agua por la que presente menos resistencia, es decir, por la que sea más ancha y menos rugosa.

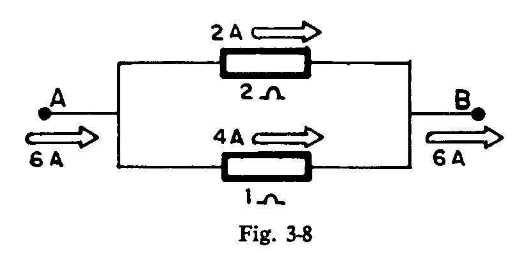


Fig. 3-8

De los 6 A que llegan a la bifurcación de las dos resistencias en paralelo, parte se irán por una resistencia y parte por la otra. La parte mayor corresponderá a la resistencia menor, pues por ella la corriente podrá circular mejor. Una vale 1 Ω y la otra 2 Ω, luego por una resistencia también pasará el doble de intensidad que por la otra. Por la resistencia de 2 Ω circularán 2 A y por la de 1 Ω el resto, o sea, 4 A (fig. 3-8).

En caso de que existan más de dos resistencias en paralelo, hay que aplicar una fórmula general que requiere el uso y manejo de los quebrados. Si tenemos tres resistencias en paralelo, R_1, R_2 y R_3, la resistencia equivalente de las tres, R_T, se despejará de la siguiente fórmula:

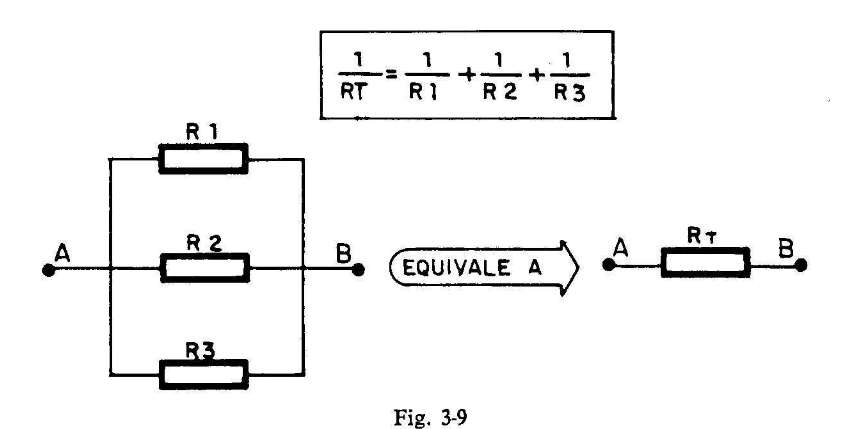


Fig. 3-9

EJERCICIOS DE LA LECCION 3.ª

Poner una cruz en la respuesta correcta.

1.ª PREGUNTA. — Cuanto mayor es la sección de un cable su resistencia es:

a) *Mayor.*
b) *Menor.*
c) *Igual.*

2.ª PREGUNTA. — La resistividad es una característica que depende:

a) *De la longitud.*
b) *De la sección.*
c) *Del tipo de material.*

3.ª PREGUNTA. — Una resistencia de 1 K 5 vale:

a) *1,5 Ω.*
b) *1,005 Ω.*
c) *1.500 Ω.*

4.ª PREGUNTA. — Dos resistencias en serie de 1 M 2 cada una equivalen a:

a) *2,4 Ω.*
b) *2.200.000 Ω.*
c) *2.400.000 Ω.*

5.ª PREGUNTA. — Dos resistencias de 4 Ω cada una en paralelo equivalen a:

a) *8 Ω.*
b) *2 Ω.*
c) *4 Ω.*

PROBLEMA

Un cable de 1 milímetro de diámetro y de cobre, que tiene una resistividad de 0,0175, tiene una resistencia de 10 Ω. Calcular su longitud.

LECCION 4

LEY DE OHM

TENSION DE UN CUERPO

Es la cantidad de carga eléctrica, positiva o negativa (según que la cantidad de electrones sea menor o mayor que los protones), que tiene un cuerpo por unidad de volumen.

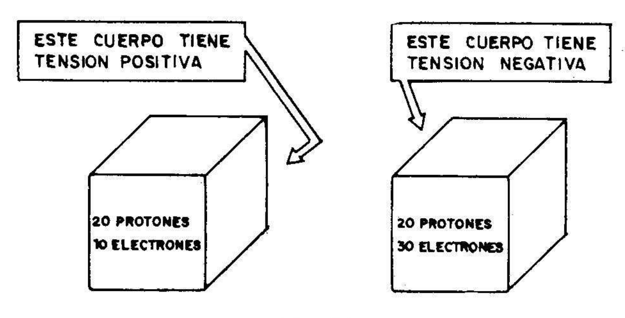


Fig. 4-1

Como se ha definido la tensión, además de la carga total eléctrica que posee un cuerpo, tiene en cuenta su volumen. Así, dos cuerpos con igual carga pero con diferente volumen, no tienen la misma tensión.

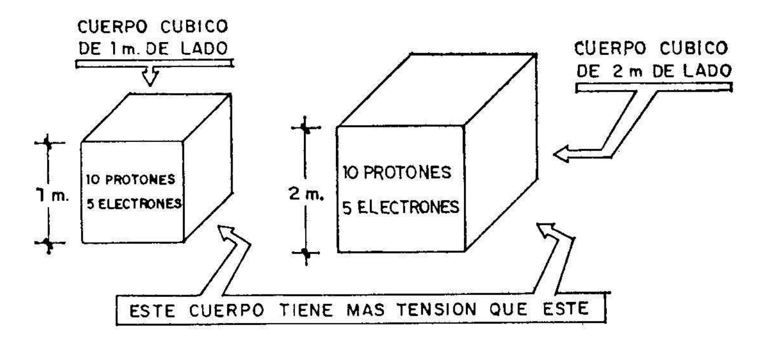


Fig. 4-2

> La tensión o potencial de un cuerpo se mide en voltios (V) y puede tener carácter positivo o negativo, según la carga eléctrica que predomine.

DIFERENCIA DE TENSION, O DIFERENCIA DE POTENCIAL

Es la diferencia entre las tensiones existentes entre dos cuerpos. Puede haber diferencia de potencial o tensión, no sólo entre dos cuerpos que estén cargados con cargas de distinto signo, sino también con cargas del mismo signo.

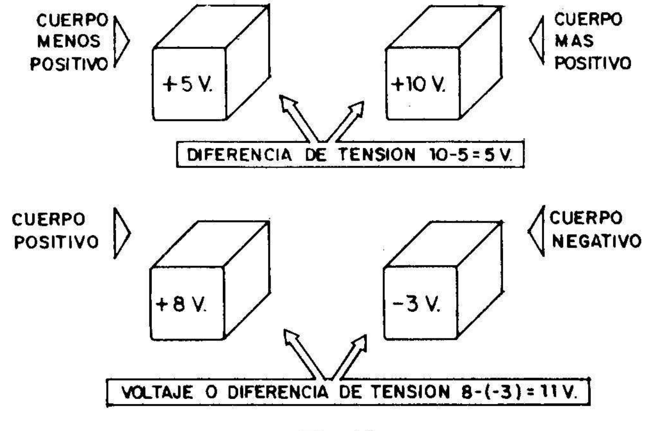


Fig. 4-3

A la diferencia de tensión se la llama generalmente tensión o voltaje y es el dato que tendrá para nosotros verdadero interés. Al poner en contacto dos cuerpos a diferente potencial, el paso de electrones desde el polo negativo, al positivo que los atrae depende únicamente de la diferencia entre sus tensiones y no de los voltajes absolutos que puede tener cada cuerpo.

Una definición más rigurosa de la diferencia de potencial o voltaje existente entre dos puntos consiste en asemejar este concepto con el trabajo que es necesario realizar con la unidad de carga eléctrica, para trasladarla desde uno a otro punto, en sentido contrario a la dirección del campo eléctrico creado por ellos.

LEY DE OHM

Para comprenderla vamos a estudiar primero un ejemplo de lo que sucede con el agua cuando se comunican dos depósitos a diferente altura. El agua pasa del depósito de mayor nivel al de menor, hasta que se igualan las alturas de los dos depósitos.

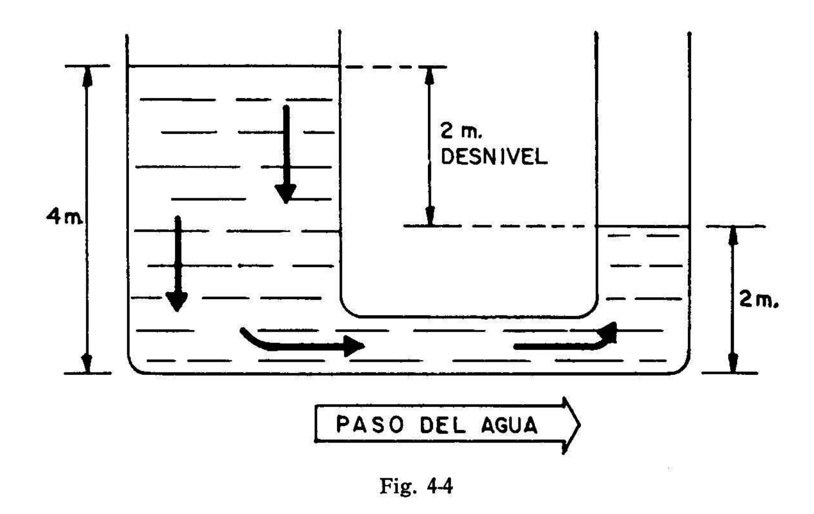


Fig. 4-4

El caudal de agua que pasa de un depósito a otro será tanto mayor cuanto más diferencia de altura haya entre los dos, pero, por otro lado, será tanto menor cuanto mayor sea la resistencia

que opone a su paso la tubería, la cual será función del diámetro y del material que la forme.

> En resumen, el caudal de agua que pasa entre los dos depósitos depende de modo «directamente» proporcional del desnivel entre sus alturas, e «inversamente» de la resistencia que oponga la tubería que las une.

Si conectamos mediante un cable conductor dos cuerpos con diferentes tensiones, el que sea más positivo atraerá electrones del otro.

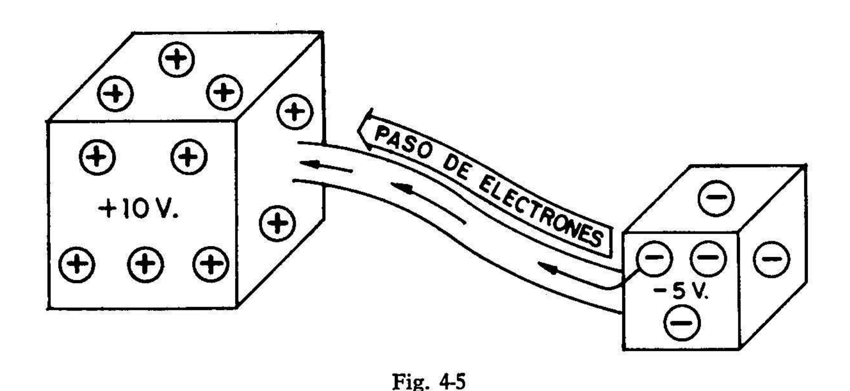


Fig. 4-5

Hay que tener en cuenta que aquí va a suceder lo mismo que en los depósitos de agua: que al pasar el agua, los niveles tienden a igualarse. En nuestro ejemplo eléctrico, al pasar electrones desde el cuerpo negativo al positivo, el negativo va perdiendo carga negativa al ceder sus electrones, mientras que el otro, pierde carga positiva al ir neutralizándose sus cargas positivas con las negativas que le llegan.

La cantidad de electrones que pasan de un cuerpo a otro, o sea, la intensidad, depende de la diferencia de voltajes de forma directamente proporcional (a más diferencia, mayor atracción y mayor circulación) e inversamente de la resistencia del cable que los comunica (a más resistencia, menos intensidad).

Esto se expone mediante una fórmula conocida con el nombre de Ley de Ohm, que dice así:

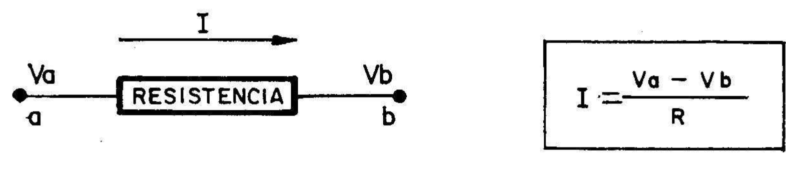


Fig. 4-6

Siendo:

I: Intensidad de la corriente, en amperios.

V_a: Potencial o nivel eléctrico del punto *a*.

V_b: Potencial o nivel eléctrico del punto *b*.

R: Resistencia del conductor.

Si aumenta el numerador, o sea, la diferencia de potencial, crece el cociente, o sea, la intensidad, como ya sabemos que tiene que ocurrir. Si aumenta el denominador, o sea, la resistencia, disminuye el cociente (la intensidad).

La unidad de altura al hablar de niveles de agua es el metro; la unidad de tensión o de potencial, el voltio. Cuando decimos que entre dos puntos hay una tensión de 120 voltios (se escribe 120 V), queremos indicar que el punto de mayor potencial tiene 120 unidades de potencial, o sea, 120 voltios más que el de menor potencial.

La unidad de resistencia es el ohmio.

Por lo tanto, según la Ley de Ohm, para hallar la intensidad de una corriente que circula entre dos puntos, medida en amperios, se divide la tensión o caída de potencial entre dichos puntos, medida en voltios, por la resistencia del conductor que los une, medida en ohmios.

$$I \text{ (Amperios)} = \frac{V \text{ (Voltios)}}{R \text{ (Ohmios)}}$$

De esta fórmula se desprenden otras dos:

1.ª) Conocida la intensidad que circula por un cuerpo y su resistencia, calcular el voltaje entre sus extremos.
Despejando de la fórmula anterior se obtiene:

$$V = I \cdot R$$

2.ª) La resistencia de un cuerpo se halla dividiendo el voltaje que existe entre los extremos de dicho cuerpo por la intensidad que circula por él. Se expresa:

$$R = \frac{V}{I}$$

Como regla nemotécnica, las tres magnitudes que relacione la Ley de Ohm: intensidad, *I*; voltaje, *V*, y resistencia, *R*, se colocan en los vértices de un triángulo equilátero. El voltaje en el vértice superior; la resistencia y la intensidad, en los laterales.

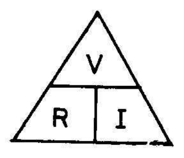


Fig. 4-7

Cualquier problema nos facilitará dos de los datos y pedirá el valor del tercero, para lo cual hay que usar una de las tres fórmulas que se derivan de la Ley de Ohm.

Para saber la fórmula que da *I*, se tapa con la mano en el triángulo el dato pedido, o sea, *I*, y se observa cómo quedan las otras dos magnitudes. En este caso la *V* queda encima de la *R* y separada por una raya, o sea, representa el cociente de *V* entre *R*.

$$I = \frac{V}{R}$$

Tapando la *R*, las otras dos variables quedan:

$$R = \frac{V}{I}$$

Tapando la *V*, quedan una junto a la otra la *R* y la *I*, lo que indica producto.

$$V = R \cdot I$$

EJEMPLOS

1) Calcular la intensidad que circula entre dos puntos que tienen una diferencia de potencial de 100 V si el conductor que los une tiene una resistencia de 20 Ω.

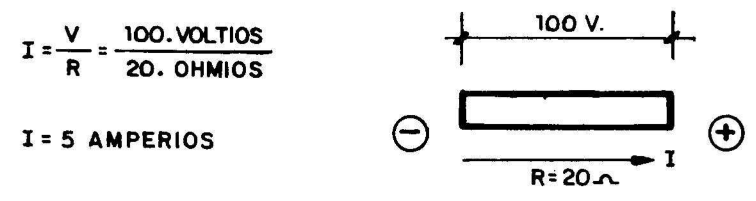


Fig. 4-8

Estas expresiones suelen simplificarse, poniendo en vez de las unidades la primera letra en mayúsculas. Así, en el ejemplo anterior:

5 Amperios se escribe 5 A
100 Voltios se escribe 100 V
20 Ohmios se escribe 20 Ω

2) Calcular la tensión que existe entre los extremos de un cable que tiene de resistencia 50 Ω si circula por él una intensidad de 2 A.



Fig. 4-9

3) Calcular la resistencia de un cuerpo por el que circulan 3 A si tiene entre extremos una caída de potencial de 30 V.

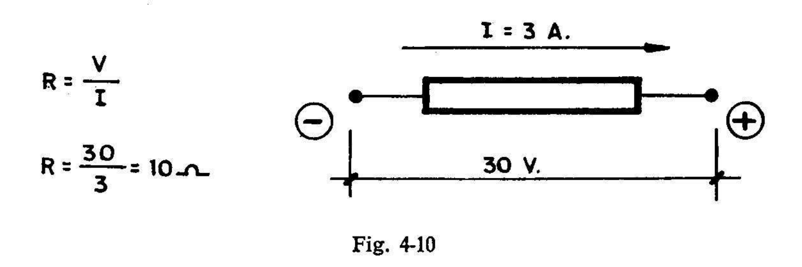


Fig. 4-10

4) Aplicación de la Ley de Ohm a resistencias en serie.

EJEMPLO

Calcular la intensidad que pasa por tres resistencias colocadas en serie, de 10 Ω cada una, al aplicar entre sus extremos una tensión de 300 V.

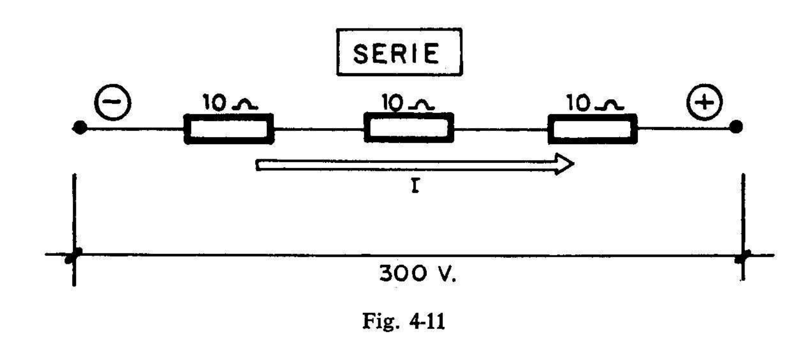


Fig. 4-11

Estas tres resistencias equivalen a una, cuyo valor es la suma de todas ellas.

Aplicando la Ley de Ohm, que nos resuelve *I*, queda:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{300}{30} = 10 \text{ A}$$

Es decir, que en el circuito original por cada una de las tres resistencias pasa la misma intensidad, o sea, 10 A.

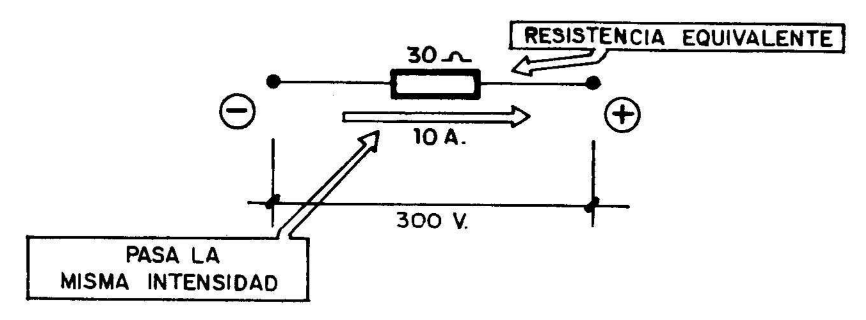


Fig. 4-12

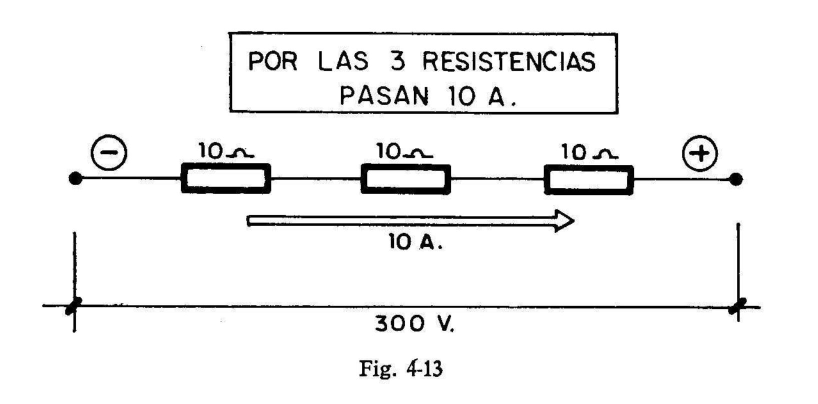


Fig. 4-13

Resumiendo: Por todas las resistencias en serie pasa la misma intensidad.

5) Aplicación de la Ley de Ohm a resistencias en paralelo.

EJEMPLO

¿Qué intensidad pasa por cada una de las dos resistencias puestas en paralelo, de 2 y 4 Ω respectivamente, al aplicarles una tensión de 8 V?

La tensión de una pila de 8 V se aplica entre los extremos de la resistencia de 2 Ω y la de 4 Ω, luego ambas tienen entre sus extremos la misma tensión: la de la pila de 8 V.

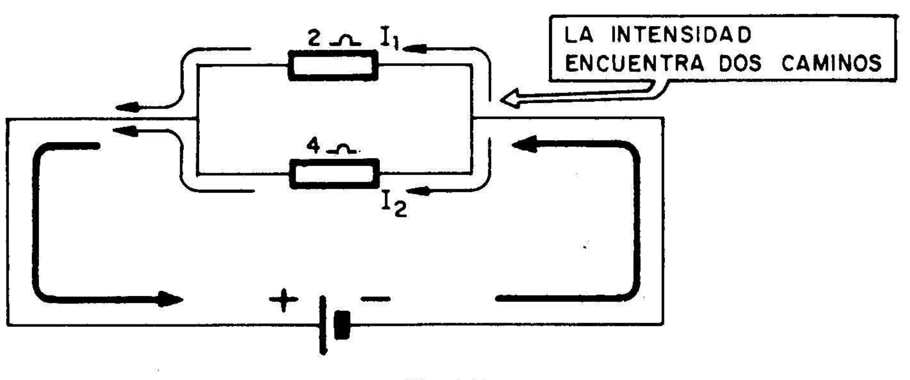


Fig. 4-14

Como la resistencia de 2 Ω tiene 8 V entre sus extremos, la intensidad *I* que circula por ella será:

$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{8}{2} = 4 \text{ A}$$

También la resistencia de 4 Ω tiene 8 V entre sus extremos.

$$I_2 = \frac{V}{R} = \frac{8}{4} = 2 \text{ A}$$

Resumiendo: Las resistencias en paralelo tienen entre sus extremos la misma tensión, pero las intensidades que pasan por ellas son tanto mayores cuanto menor es su valor en ohmios.

En nuestro ejemplo pasa el doble de intensidad por la resistencia que tiene la mitad de valor.

EJERCICIOS DE LA LECCION 4.ª

1.er PROBLEMA

Una plancha de 200 Ω funciona con 125 V. ¿Qué intensidad pasa por ella?

2.º PROBLEMA

Un televisor consume 2 A cuando se le conecta a 125 V. ¿Qué resistencia presenta?

3.er PROBLEMA

Un transistor portátil funciona con una intensidad de 10 miliamperios y tiene una resistencia de 600 Ω. ¿Cuál es el voltaje de las pilas que lo alimentan?

4.º PROBLEMA

Calcular la intensidad y la tensión de cada una de las 3 resistencias del circuito al aplicarles 100 V de tensión.

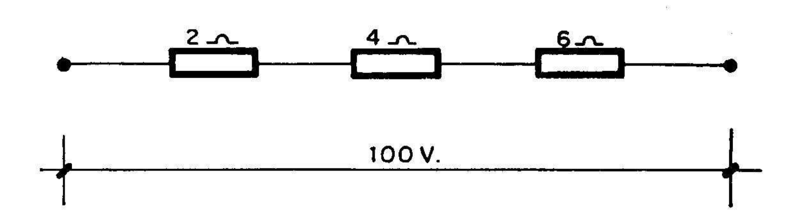


Fig. 4-15

5.º PROBLEMA

Calcular la intensidad que pasa por cada una de las dos resistencias colocadas en paralelo según el circuito al aplicarles 10 V.

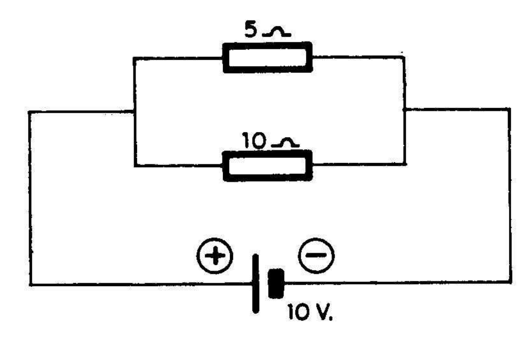


Fig. 4-16

LECCION **5**

CORRIENTE CONTINUA

GENERALIDADES

Ya se ha explicado que la corriente eléctrica era el desplazamiento de electrones de la última capa de un átomo al contiguo, fenómeno repetido a todo lo largo del conductor de que se trate.

El paso de electrones a través de un cuerpo en el que existe diferencia de potencial entre sus extremos se representa de la siguiente forma:

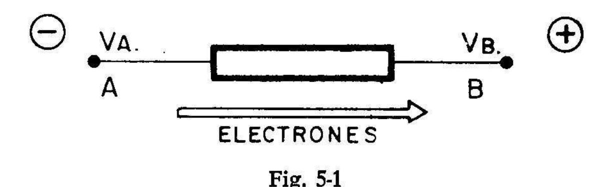


Fig. 5-1

Antiguamente se suponía que la corriente eléctrica estaba formada por el movimiento de las cargas eléctricas positivas, o sea, los protones, y la dirección resultaba ser contraria a la que se ha mencionado.

En la actualidad se sabe perfectamente que el único movimiento posible entre las partículas de un átomo es el de los electrones.

CORRIENTE CONTINUA

Corriente continua es el paso de electrones por un conductor siempre en el mismo sentido y con una intensidad constante a lo largo del tiempo.

Cuando decimos que por un conductor está pasando continuamente una intensidad de 3 A y en el mismo sentido, por ejemplo hacia la derecha, nos estamos refiriendo a una corriente continua.

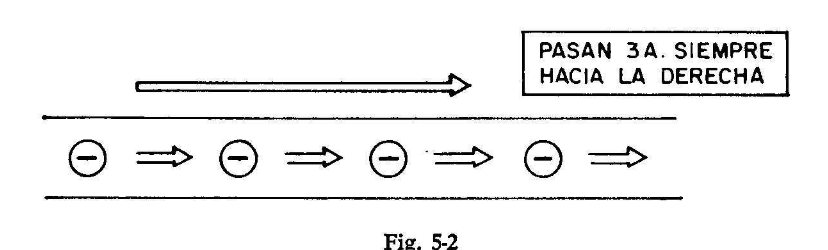


Fig. 5-2

> Una corriente continua mantiene constantemente el mismo valor de la intensidad y el mismo sentido.

SIMIL HIDRAULICO

Supongamos dos depósitos llenos de líquido, comunicados entre sí por una tubería, a los que mantenemos continuamente al mismo nivel, por medio de una bomba que traslada el agua que llega al depósito de nivel inferior al otro, en la misma cantidad con que llega.

Si mantenemos constantes las alturas de los depósitos, el agua siempre pasará en igual cantidad, desde el depósito más alto al más pequeño.

Sucede lo mismo en electricidad: los electrones pasan del punto de tensión más negativo al de tensión positivo, debido a la atracción que sufren. Si se mantiene la diferencia de niveles de potencial, los electrones siempre irán del negativo al positivo en igual cantidad.

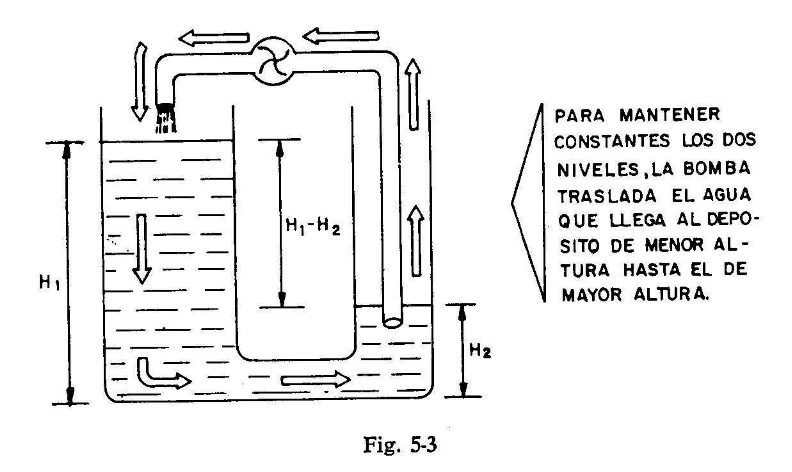


Fig. 5-3

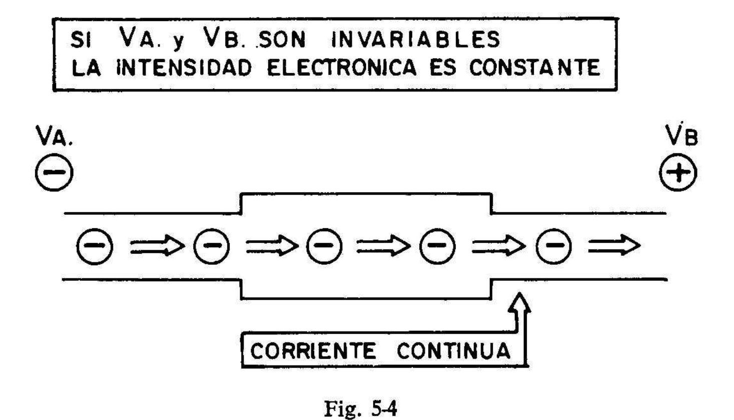


Fig. 5-4

GENERADORES DE CORRIENTE

Hemos visto cómo al unir dos depósitos a diferentes alturas de agua, ésta pasa del de mayor altura al de menor, pero este paso se interrumpirá en cuanto se igualan las alturas en los dos recipientes.

Para que el agua fluya sin interrupción, es necesario colocar una bomba, como vimos, en una de las figuras precedentes. Esta bomba mantiene constantes las alturas mutuas de los dos depósitos.

Igualmente, para que fluya una corriente electrónica por un elemento hay que colocar un generador eléctrico, que puede ser una pila, una batería, una dinamo o un acumulador. En la figura siguiente se ha colocado una pila con su símbolo (dos rayas verticales, una mayor que otra) para mantener la diferencia de potencial entre los dos extremos de la resistencia.

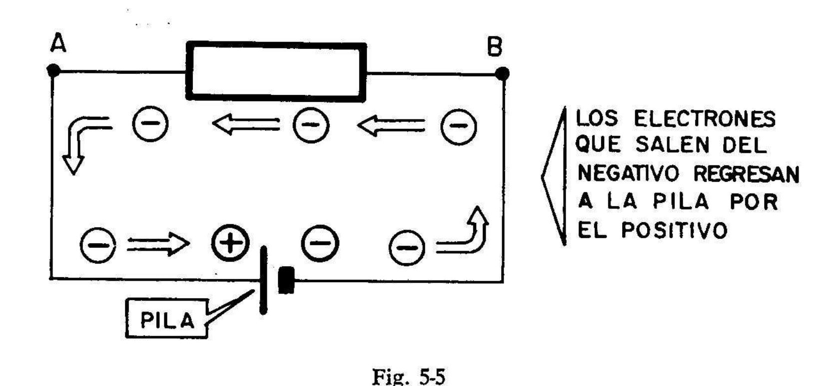


Fig. 5-5

Esta pila mantiene constantes las alturas eléctricas, o sea, los potenciales de los puntos A y B, extremos del cuerpo conductor.

En la representación de la pila, el lado vertical dibujado más largo representa el polo positivo, o de mayor potencial, y el más corto el de menor potencial o, de otra forma, el más negativo.

No interesa el potencial de cualquier punto considerado aisladamente; lo importante es conocer la diferencia de potencial entre dos puntos, ya que la corriente que pasa de uno a otro depende de dicha diferencia.

El sentido de la corriente eléctrica, o de electrones, siempre es desde el punto de potencial negativo hacia el positivo, que los atrae.

ASOCIACION DE GENERADORES EN SERIE

Se dice que varios generadores de corriente continua (pilas) están conectados en serie, cuando van colocados unos a continuación de otros, como ve en la figura siguiente.

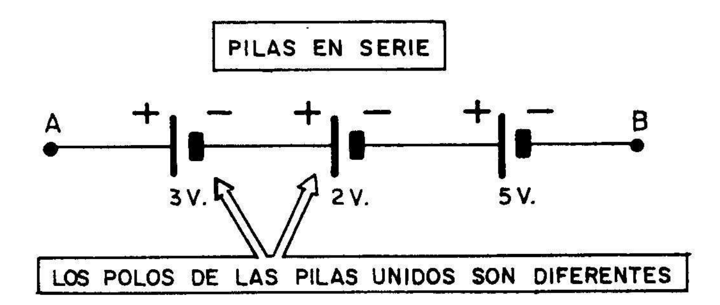


Fig. 5-7

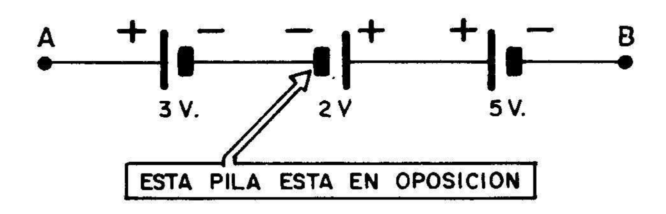


Fig. 5-6

La diferencia de potencial o tensión resultante entre los puntos A y B es la suma de las tres dibujadas, es decir, 3 + 2 + 5 = 10 V. Si, por ejemplo, el generador de 2 V estuviera colocado como en la figura siguiente, la tensión total entre A y B sería 3 — 2 + 5 = 6 V. Las pilas deben estar unidas entre sí por los polos de distinto signo.

EJEMPLO

Entre los puntos A y B hay colocadas dos pilas como en la siguiente figura:

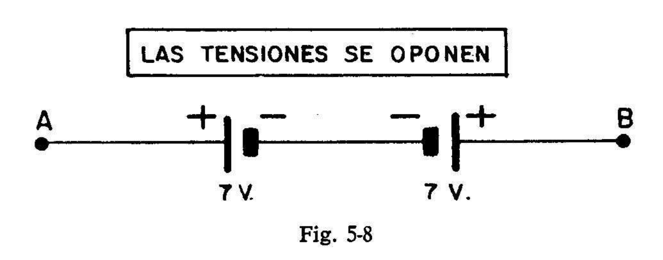


Fig. 5-8

Como se ve, la tensión resultante será 7 — 7 = 0 V, luego el resultado de colocar dos pilas *iguales* en oposición, es como no colocar ninguna, pues la tensión resultante total es nula.

ASOCIACION DE GENERADORES EN PARALELO

Los generadores de corriente continua o pilas están conectados en paralelo cuando sus extremos están unidos como en la siguiente figura:

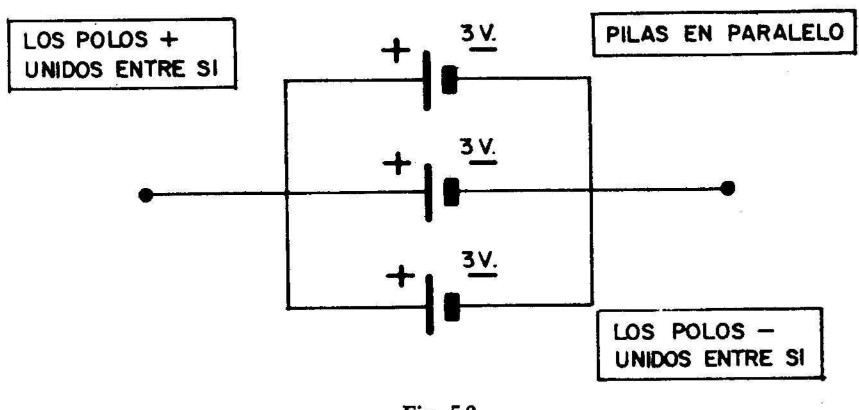


Fig. 5-9

Las tensiones de las pilas que se conectan en paralelo son iguales y la tensión que se obtiene es la de una pila sola.

En la figura anterior se han conectado tres pilas iguales de 3 V cada una, dando como resultado de la asociación entre los extremos A y B una tensión de 3 V. Luego al poner pilas en paralelo no se aumenta la tensión total, sino sólo la intensidad que producen y la duración del conjunto.

ASOCIACION MIXTA DE GENERADORES

Es la que se tiene cuando se colocan varios en serie y varios en paralelo, como en el siguiente dibujo.

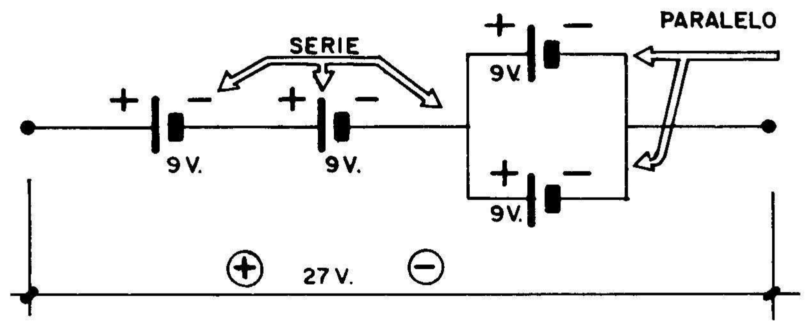


Fig. 5-10

EJERCICIOS DE LA LECCION 5.ª

1.er PROBLEMA

Calcular la intensidad que pasa por el siguiente circuito:

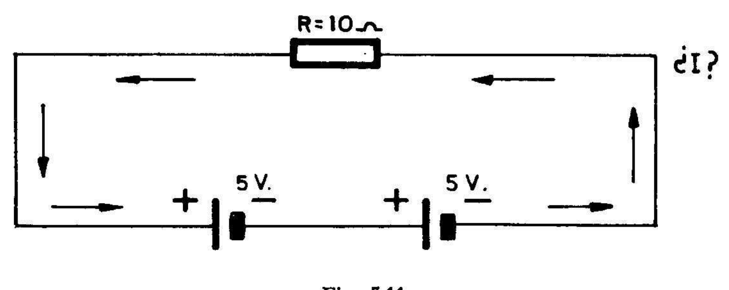


Fig. 5-11

2.º PROBLEMA

¿Cuánto vale la resistencia del siguiente circuito?

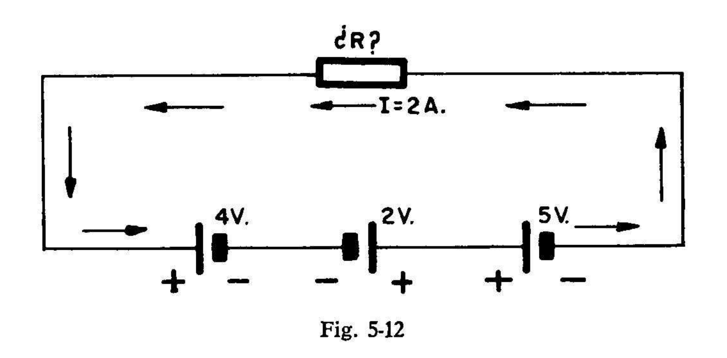


Fig. 5-12

3.er PROBLEMA

Calcular la intensidad que pasa por cada una de las dos resistencias.

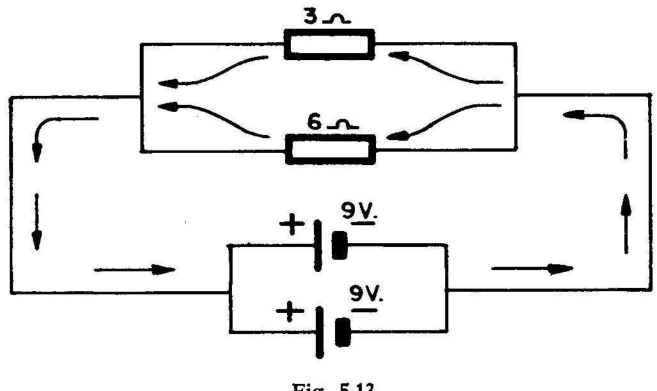


Fig. 5-13

4.º PROBLEMA

Calcular la tensión que hay en cada resistencia del circuito:

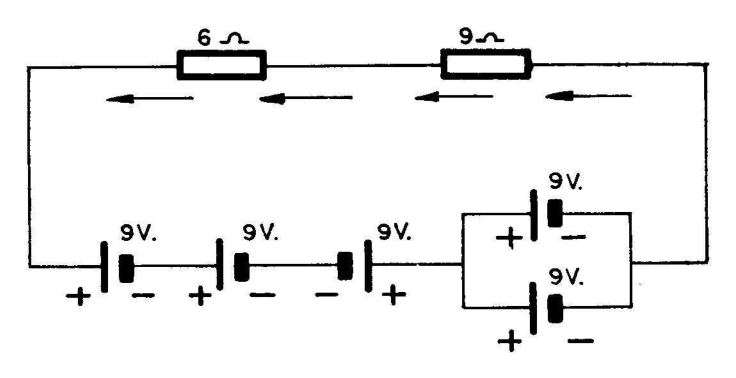


Fig. 5-14

LECCION **6**

POTENCIA ELECTRICA

POTENCIA ELECTRICA

Es la cantidad de trabajo por unidad de tiempo que puede desarrollar el paso de una corriente eléctrica.

La corriente eléctrica al pasar por una resistencia pura produce calor; al pasar por los bobinados de un motor, un movimiento mecánico; al pasar por una lámpara, luz, etc. Con todos estos ejemplos se comprueba la gran capacidad que tiene la energía eléctrica para transformarse en otras formas de energía: calorífica, mecánica, luminosa, etc.

La electricidad puede producir energía de diferentes tipos y la cantidad que produzca por unidad de tiempo, que suele ser el segundo, es lo que se llama *potencia*.

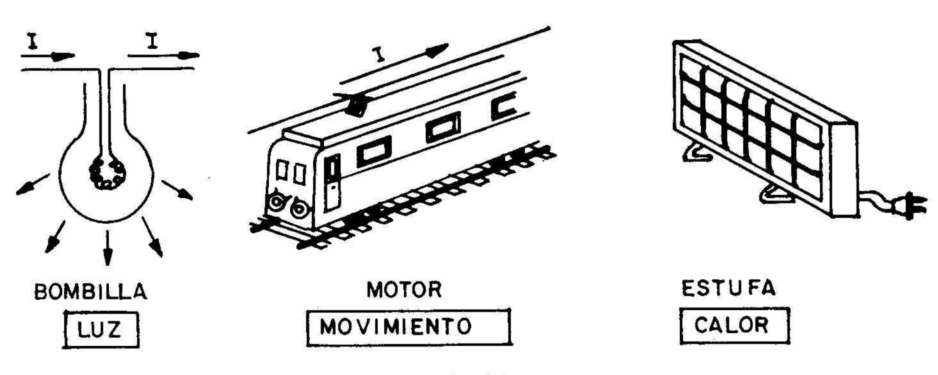


Fig. 6-1

UNIDADES DE POTENCIA ELECTRICA

La unidad fundamental que mide la potencia desarrollada por un elemento es el vatio, que se representa por el símbolo W.

El vatio es la potencia que consume un elemento al que se le ha aplicado una tensión de 1 V y circula por él una intensidad de 1 A.

Un kilovatio equivale a 1.000 W.

1 KW = 1.000 W

Un milivatio equivale a la milésima parte de 1 W.

1 mW = 0,001 W

CALCULO DE LA POTENCIA

La potencia desarrollada en una resistencia por una corriente eléctrica se obtiene por la siguiente fórmula general.

$$\boxed{P = V \cdot I}$$

En esta fórmula *P* es la potencia en vatios, *V* la diferencia de tensión en voltios entre extremos de la resistencia e *I* representa la intensidad medida en amperios.

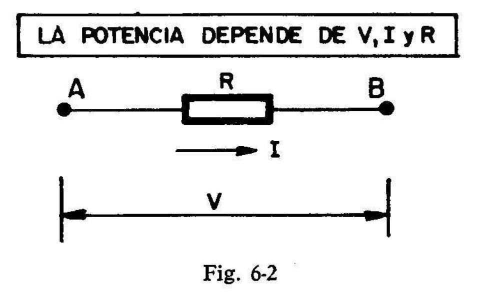


Fig. 6-2

Partiendo de la fórmula anterior vamos a obtener otras dos que también indican la potencia desarrollada por una corriente.

Sabemos por la Ley de Ohm $\boxed{V = I \cdot R}$ y sustituyendo este valor de V en la fórmula general de la potencia, tendremos:

$$P = V \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

$$\boxed{P = I^2 \cdot R}$$

P = Vatios

I = Amperios

R = Ohmios

Todavía vamos a obtener una tercera fórmula de la potencia partiendo de la general, aplicando ahora la Ley de Ohm $I = \dfrac{V}{R}$

$$P = V \cdot I = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

$$\boxed{P = \frac{V^2}{R}}$$

P = Vatios

R = Ohmios

V = Voltios

RESUMEN

Para obtener la potencia desarrollada en una resistencia por una corriente eléctrica podemos aplicar cualquiera de las tres fórmulas siguientes:

$P = V \cdot I$	Si se conocen la tensión y la intensidad.
$P = I^2 \cdot R$	Si se conocen la intensidad y la resistencia.
$P = \frac{V^2}{R}$	Si se conocen la tensión y la resistencia.

EJERCICIO PRACTICO

NOTA: Para adquirir una resistencia no basta dar el valor que debe tener en ohmios; también hay que indicar la potencia que debe soportar, que se convierte en calor; y cuanto mayor sea éste, de mayor tamaño y precio será la resistencia adecuada que lo soporte.

Calcular el valor y la potencia de una resistencia que tiene aplicados entre sus extremos una tensión de 20 V y circula por ella una intensidad de 2 A.

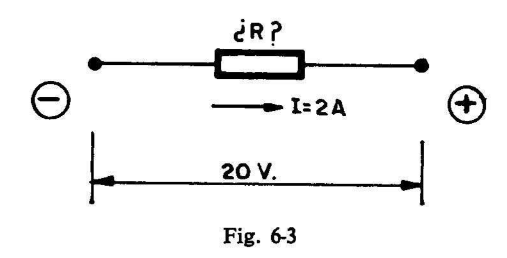


Fig. 6-3

1.°) De la Ley de Ohm sacamos el valor de la resistencia.

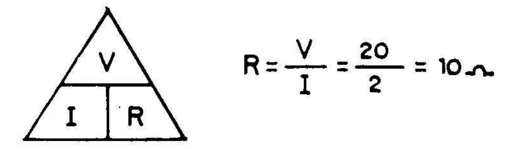


Fig. 6-4

Pero con este valor sacado de 10 Ω no hemos definido todavía el tipo de resistencia que necesitamos, porque hay que conocer la potencia que se va a desarrollar, es decir, la cantidad de calor por segundo que se va a desprender en ella. Si la resistencia de 10 Ω que colocamos es de tamaño demasiado pequeño, el calor que se genera puede quemarla.

Hallaremos pues la potencia:

$$P = V \cdot I = 20 \cdot 2 = 40 \text{ vatios} = 40 \text{ W}$$

Necesitamos una rèsistencia de 10 Ω y de un tamaño físico tal que pueda disipar sin quemàrse una potencia de por lo menos 40 W.

COSTE DE LA ENERGIA ELECTRICA

Cuando un aparato eléctrico consume una potencia de 1 KW = 1.000 W y lo tenemos funcionando durante 1 hora, se dice que ha gastado o consumido 1 Kilovatio-horà, que se expresa 1 KW-h.

Redondeando, el consumo de 1KW-h cuesta 5 pesetas, en realidad oscila de 15 a 20 pts.

Para calcular por lo tanto el coste de cualquier instalación eléctrica, primero se calcula la potencia en KW y después se multiplica por las horas de funcionamiento: así se obtienen los KW-h. Por último, se multiplica por 5 pesetas los KW-h para conseguir el precio total.

EJEMPLO

Calcular el coste que supone tener enchufado durante 6 horas un televisor que se conecta a una red de 125 V y consume 2 A. El KW-h cuesta 5 pesetas.

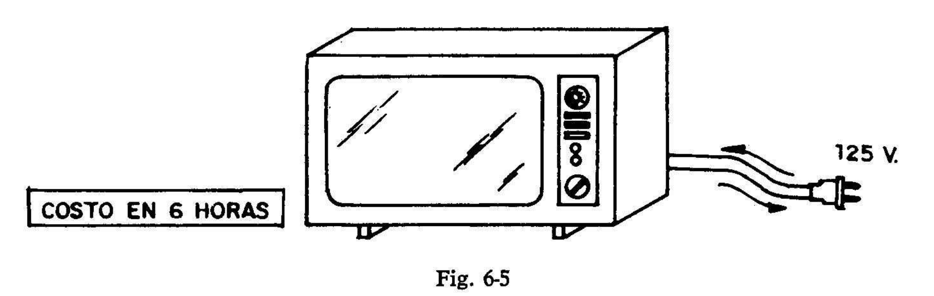


Fig. 6-5

1.°) Cálculo de la potencia.

$$\boxed{P = V \cdot I}$$

$$P = 125 \cdot 2 = 250 \text{ W}$$

2.°) Pasamos la potencia a KW.

$$250 \text{ W} = \frac{250}{1.000} \text{ KW} = 0{,}25 \text{ KW}$$

3.°) Buscamos los KW-h (KW × horas).

$$0{,}25 \cdot 6 = 1{,}5 \text{ KW-h}$$

4.°) Se obtiene el costo, a 5 Ptas. el KW-h.

$$1{,}5 \cdot 5 = 7{,}50 \text{ Ptas.}$$

EJERCICIOS DE LA LECCION 6.ª

PROBLEMAS

1.º) *Calcular la potencia que consume una plancha que se conecta a 220 V y consume 3 A.*

2.º) *Calcular la potencia que consume un radio transistor que se alimenta con 6 V y tiene una resistencia de 600 Ω.*

3.º) *¿Qué intensidad pasa por un fluorescente de 40 W instalado en una red de 125 V?*

4.º) *Calcular la resistencia interna de un aparato de radio que consume 200 mA y una potencia de 100 W.*

5.º) *Un amplificador estereofónico está conectado 8 horas y consume 150 W. ¿Cuánto cuesta ese tiempo de funcionamiento a 5 pesetas el KW-h?*

6.º) *Un magnetófono alimentado por una tensión de red de 220 V consume 500 mA. ¿Qué cuesta tenerlo funcionando 10 horas, si el KW-hora sale a 5 pesetas?*

LECCION 7

CORRIENTE ALTERNA

INTRODUCCION

Hasta ahora sólo hemos hablado de la «corriente continua», que es el paso de electrones a través de un cuerpo, siempre en el mismo sentido y en la misma cantidad, es decir, manteniéndose constantes la dirección y el valor de la intensidad.

Sin embargo, no todas las corrientes eléctricas son de este tipo, como sucede con la que suministran a casas e industrias las empresas generadoras y distribuidoras de electricidad. La que tenemos en nuestro domicilio es «corriente alterna» y sus características son totalmente diferentes a las de la corriente continua que conocemos.

La razón por la que nos llega esta corriente alterna, que explicaremos a continuación, se debe a la conveniencia de las compañías distribuidoras. Normalmente, el centro productor de electricidad es hidráulico y estará emplazado en una gran presa de agua y si es térmico o nuclear, cerca del mar o de un gran río por las necesidades que tienen de agua, pero siempre a bastantes kilómetros de los centros consumidores.

Se desprende que la instalación de las redes que transportan la electricidad de donde se produce a donde se consume son muy largas y, dadas las grandes potencias que se precisan en la actualidad, el grosor de los cables de dichos tendidos es grande, lo que

origina un coste enorme en cobre y en obras de ingeniería para la sustentación de los postes y torres metálicas que sostienen los mencionados cables.

Cuanto menor es la intensidad que pasa por estos tendidos que transportan la energía eléctrica, se obtiene una doble reducción:

1.ª) El diámetro de los cables es menor y también el peso total.

2.ª) El calor que se disipa en dicho transporte también se reduce por ser proporcional a $I^2 \cdot R$.

Por estas razones, las compañías suministradoras tratan de llevar la potencia que se solicita hasta el usuario, haciendo pasar la mínima intensidad por los cables del recorrido.

Si deseamos transportar 1 W por una línea cuya tensión es 1 V, la intensidad necesaria es 1 A. En cambio, si la línea estuviese a una tensión de 2 V, la intensidad precisa sería sólo de 0,5 A (fig. 7-1).

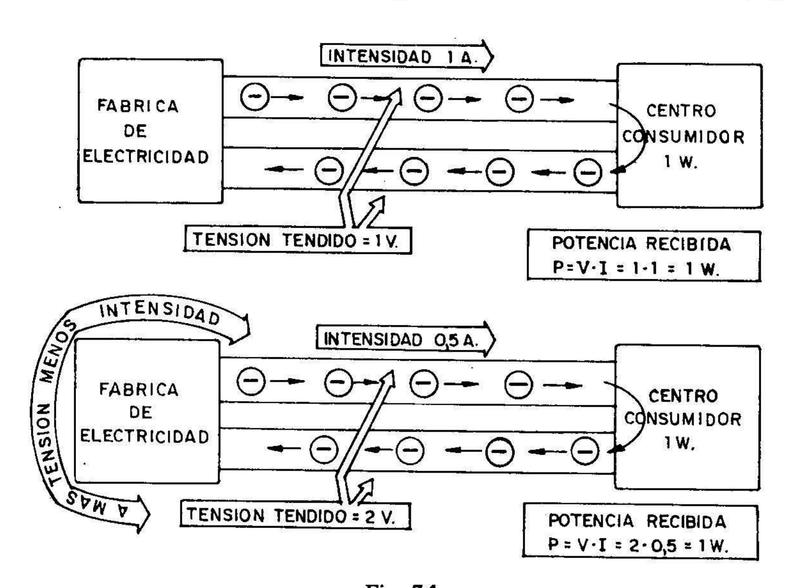


Fig. 7-1

Modernamente hay líneas cuya tensión supera el millón de voltios, con lo que se reduce notablemente la intensidad, pero con tan elevadas tensiones no se puede entregar la energía al consumi-

dor por el peligro que entraña. De aquí el interés de la corriente alterna. «Los transformadores, que sólo funcionan con *corriente alterna* y apenas consumen energía, pueden elevar y reducir la tensión a los niveles que nos interese.» Se estudiarán en la lección de magnetismo.

RESUMEN

El interés de la c.a. (corriente alterna) estriba en que con ella funcionan los transformadores, con los que se puede elevar y reducir la tensión, cosa imposible de realizar tan fácilmente con la c.c. (corriente continua).

En la actualidad se genera y distribuye sólo corriente alterna en la mayor parte del mundo.

CORRIENTE ALTERNA (c.a.)

En c.a. la tensión e intensidad, partiendo de un valor nulo, aumentan hasta llegar a un máximo, luego disminuyen, se anulan nuevamente y, entonces con polaridad o sentido contrario, llegan a un máximo, igual que el anterior, volviendo a disminuir hasta anularse, repitiendo este proceso indefinidamente.

Representaremos un generador de tensión de corriente alterna así:

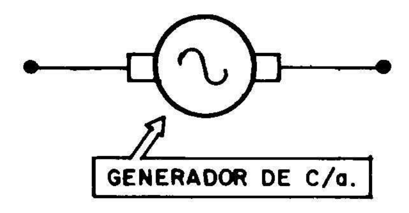


Fig. 7-2

A continuación, y en una serie de figuras, dibujadas cada una al cabo de $\frac{1}{1.000}$ segundo, veremos las tensiones instantáneas que produce el generador.

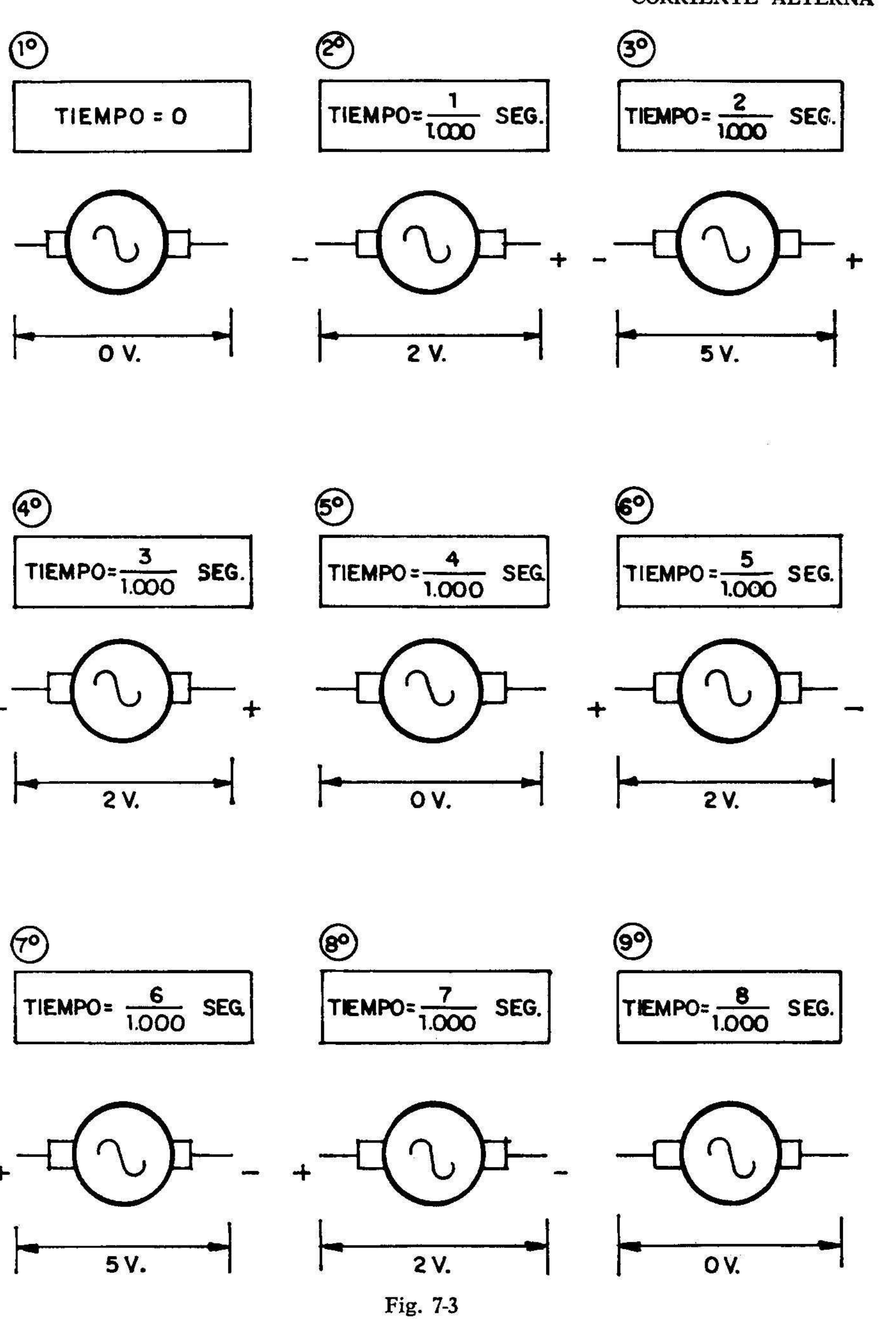

1º
TIEMPO = 0
0 V.
2º
TIEMPO = 1/1.000 SEG.
-
+
2 V.
3º
TIEMPO = 2/1.000 SEG.
-
+
5 V.
4º
TIEMPO = 3/1.000 SEG.
-
+
2 V.
5º
TIEMPO = 4/1.000 SEG.
0 V.
6º
TIEMPO = 5/1.000 SEG.
+
-
2 V.
7º
TIEMPO = 6/1.000 SEG.
+
-
5 V.
8º
TIEMPO = 7/1.000 SEG.
+
-
2 V.
9º
TIEMPO = 8/1.000 SEG.
0 V.

Fig. 7-3

REPRESENTACION DE LAS TENSIONES OBTENIDAS

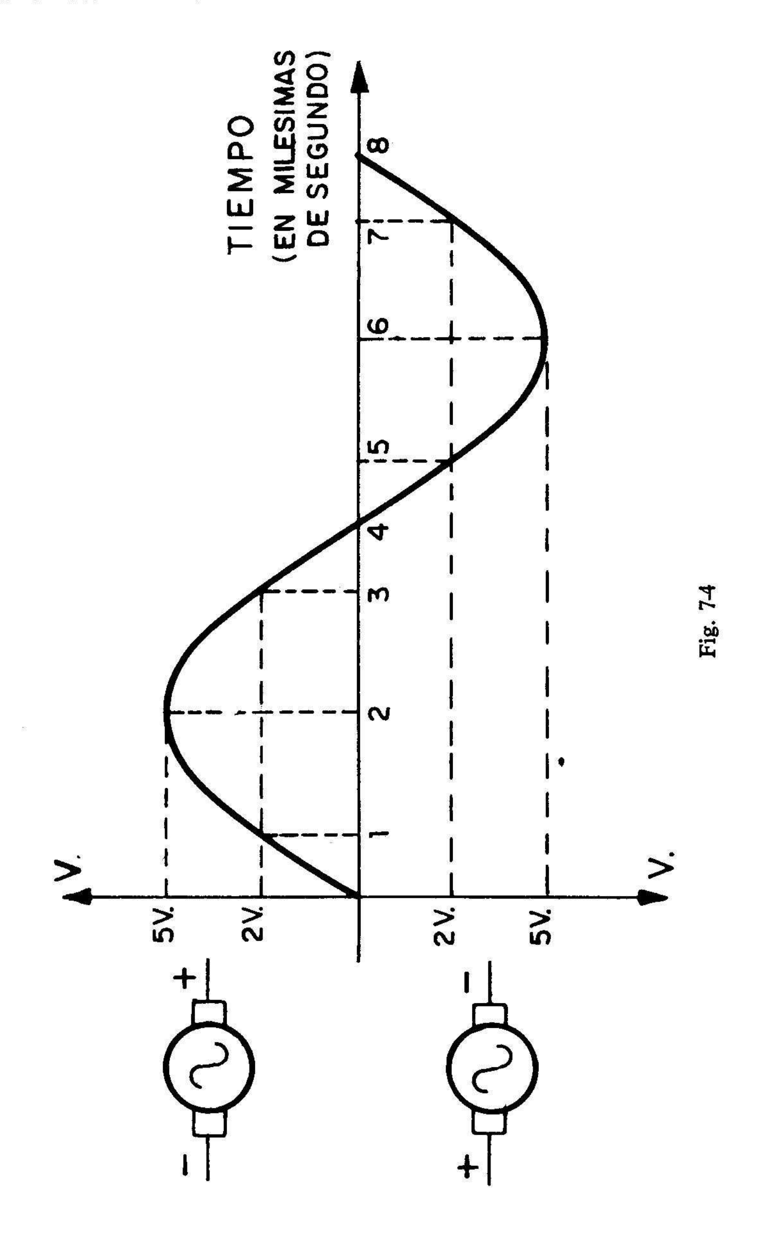


Fig. 7-4

Como se observa en el gráfico, la diferencia entre las tensiones representadas encima del eje horizontal y las trazadas por debajo indican el cambio de los polos en el generador.

Supongamos que conectamos al generador mencionado un elemento cuya resistencia sea de 1 Ω. Mientras los polos se mantengan en el generador en una posición, la intensidad circulará en un sentido, pero al cambiar también lo hará el sentido de la intensidad (fig. 7-5).

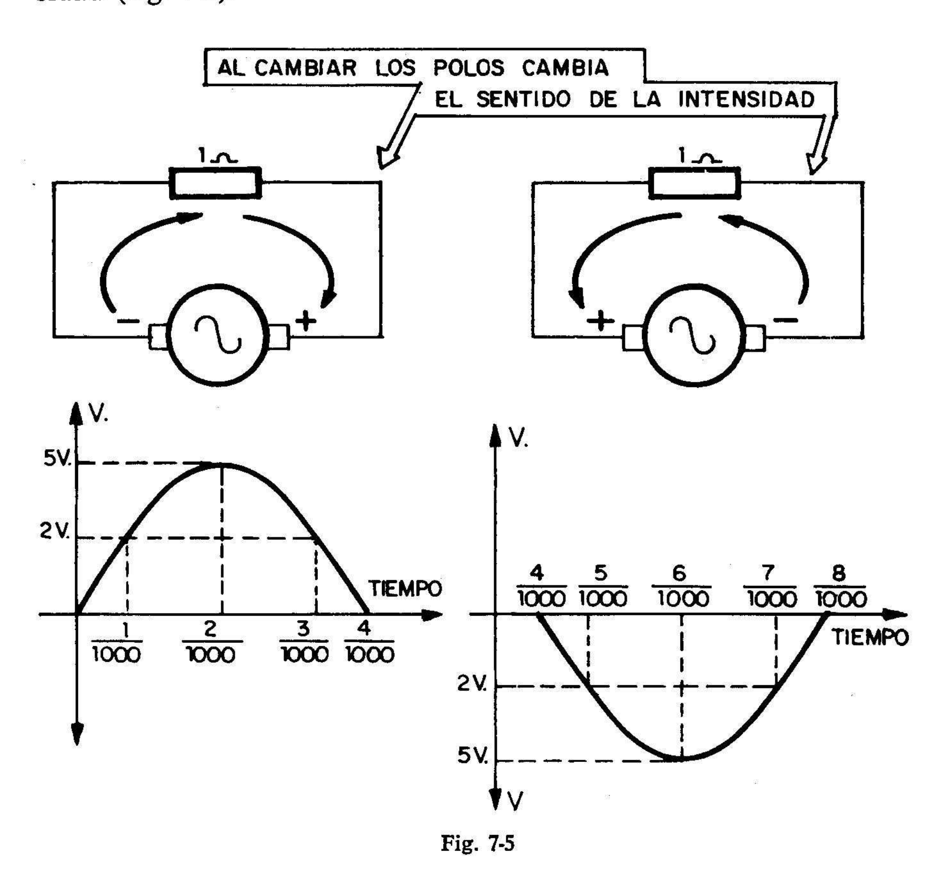


Fig. 7-5

Además de cambiar el sentido de la intensidad se altera el valor continuamente, pues ya sabemos según la Ley de Ohm que $I = \frac{V}{R}$

y como V cambia de valor y $R = 1\ \Omega$, I también variará, siendo su valor en este caso igual al del voltaje.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{1} = V$$

Luego en el circuito que estudiamos, y teniendo en cuenta que su resistencia vale 1 Ω, los valores y sentidos de V e I coinciden.

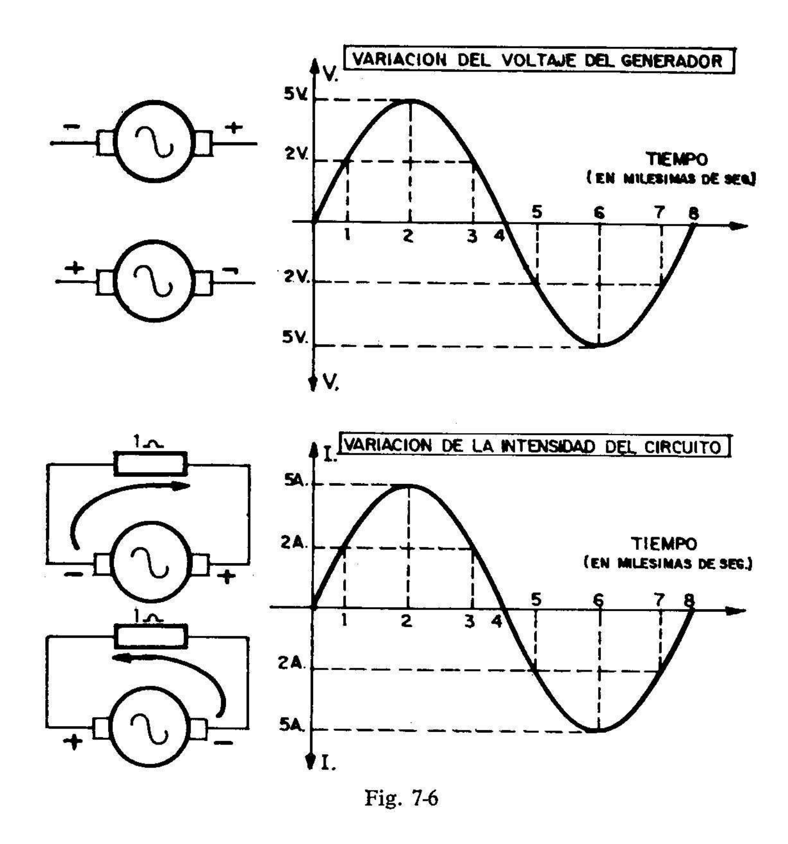


Fig. 7-6

Como se comprende fácilmente de la aplicación de la Ley de Ohm, si la resistencia del circuito hubiese sido de 2 Ω, $I = \frac{V}{R} = \frac{V}{2}$ valdría siempre la mitad del voltaje. Si $R = 5$, I sería la quinta parte del voltaje, etc.

Esta forma que tiene la variación del voltaje y de la intensidad la representa una curva que se llama senoidal.

CICLO

Se llama así a la parte de curva que se repite constantemente.

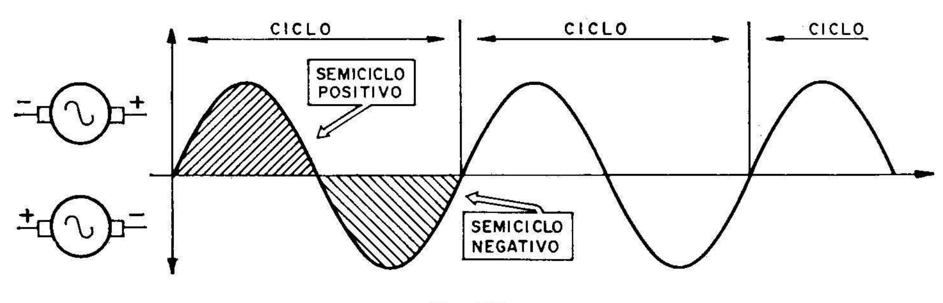


Fig. 7-7

Un ciclo está formado por dos semiciclos iguales, que para distinguirlos entre sí se llaman positivo y negativo.

> Téngase en cuenta que tanto el semiciclo positivo como el negativo alcanzan el mismo valor máximo.

Un ciclo tiene 360°; medio ciclo o un semiciclo, 180°; un cuarto de ciclo, 90°, etc.

FRECUENCIA

La frecuencia de una corriente alterna es el número de ciclos que hay en un segundo.

En Europa la frecuencia de la c.a. que se distribuye suele ser en general de 50 ciclos por segundo, o 50 hercios, que se simbolizan por 50 Hz.

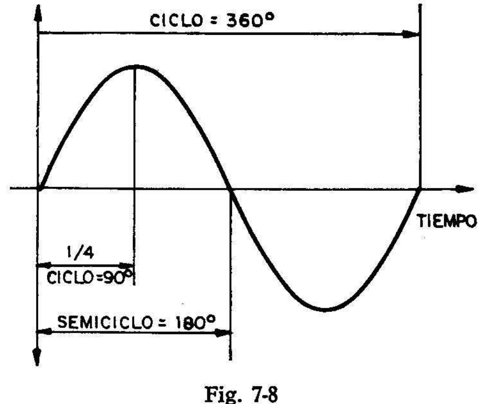


Fig. 7-8

PERIODO

Es el tiempo T que dura un ciclo.

Si, por ejemplo, la frecuencia es de 50 Hz, un ciclo durará $\frac{1}{50}$ segundo.

La frecuencia y el período están relacionadas por las siguientes fórmulas:

$$f = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{1}{f}$$

VALOR MAXIMO DE UNA CORRIENTE ALTERNA

Es el mayor valor que se alcanza durante el ciclo de esa corriente.

VALOR EFICAZ DE UNA CORRIENTE ALTERNA

Supongamos que una c.a. que circule por una determinada resistencia, en la que desarrolla la misma potencia (cantidad de calor desprendido por segundo) que una c.c. de 3 A. Este valor eficaz,

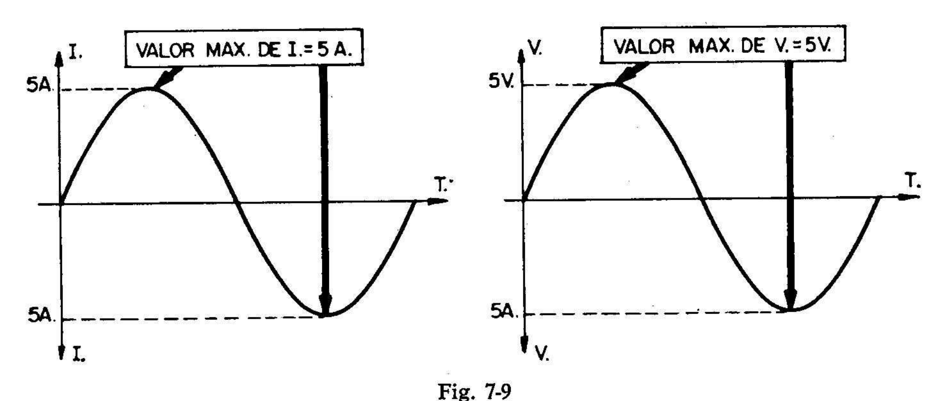


Fig. 7-9

obtenido por comparación de una c.c. de efectos equivalentes, es el que se toma siempre en la práctica para definir a una c.a.

> Valor eficaz de una c.a. es el que equivale a uno de c.c. que desarrolla la misma potencia.

Para calcular el valor eficaz conociendo el máximo se aplica la siguiente fórmula:

$$I = \frac{I_{max}}{1,41}$$

$$V = \frac{V_{max}}{1,41}$$

NOTA. Cuando en c.a. nos referimos al valor eficaz, no hace falta decir que es el eficaz porque se sobreentiende. Luego cuando en c.a. no se diga nada de una magnitud, se dará por entendido que se trata del valor eficaz.

Conociendo el valor eficaz, el máximo se desprende de las siguientes fórmulas:

$$I_{max.} = I \cdot 1,41 \qquad V_{max.} = V \cdot 1,41$$

El valor medio de una c.a. es el 63,7 % del valor máximo.

COMPARACION DE DOS C.A.

Al comparar dos corrientes alternas no sólo hay que tener en cuenta su magnitud, que se expresa generalmente en valor eficaz, sino también el adelanto o retraso de fase que una tiene con la otra (fig. 7-10).

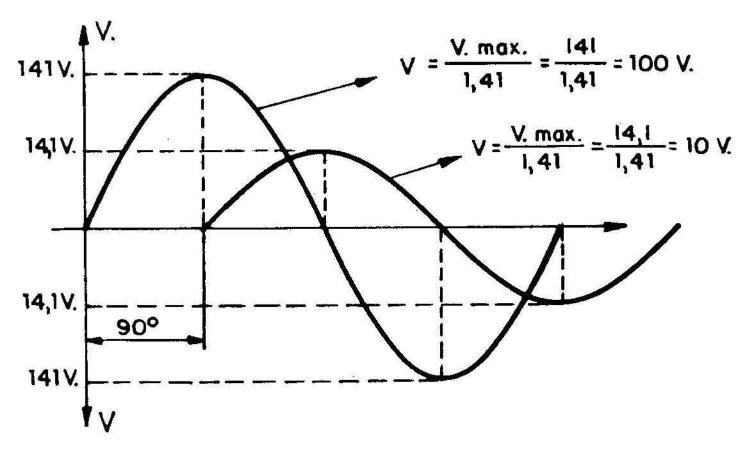


Fig. 7-10

Las dos corrientes alternas representadas en la figura se diferencian:

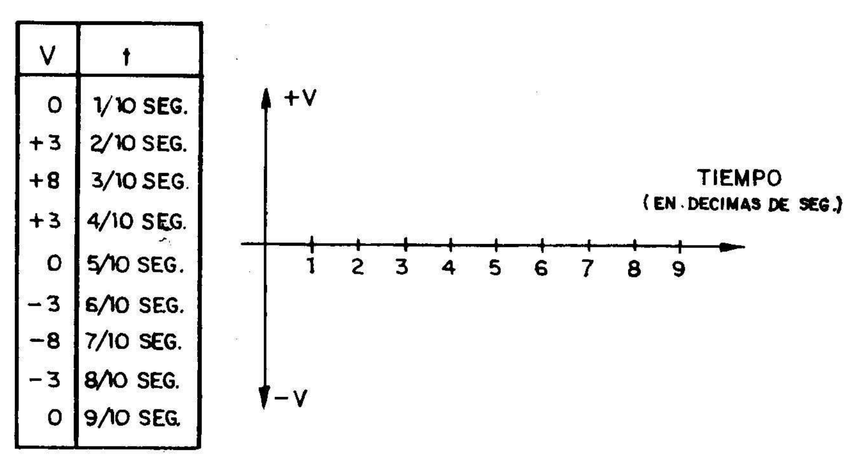
1.°) El voltaje eficaz de la mayor es de 100 V y de la menor 10 V.

2.°) La tensión alterna de 10 V está retrasada 90° con respecto a la de 100 V.

EJERCICIOS DE LA LECCION 7.ª

1.^er EJERCICIO

Dibujar una tensión alterna cuya tensión varía con el tiempo, de acuerdo con la siguiente tabla:



V	t
0	1/10 SEG.
+3	2/10 SEG.
+8	3/10 SEG.
+3	4/10 SEG.
0	5/10 SEG.
-3	6/10 SEG.
-8	7/10 SEG.
-3	8/10 SEG.
0	9/10 SEG.

Fig. 7-11

2.º EJERCICIO

Calcular el voltaje máximo de una c.a. de 220 V.

3.^er EJERCICIO

La I *máxima que pasa por un circuito alimentado con c.a. es de 28,2 A. ¿Cuál es la* I *eficaz?*

4.º EJERCICIO

¿Cuál es el período de una c.a. de 125 V y 60 Hz?

5.º EJERCICIO

Representar dos tensiones alternas cuyos voltajes son respectivamente 220 y 125 V, teniendo en cuenta que la primera va adelantada 180° respecto a la segunda.

LECCION **8**

CONDENSADORES

¿QUE ES UN CONDENSADOR?

Se llama condensador al conjunto formado por dos placas metálicas paralelas, separadas entre sí por el aire o un aislante (dieléctrico).

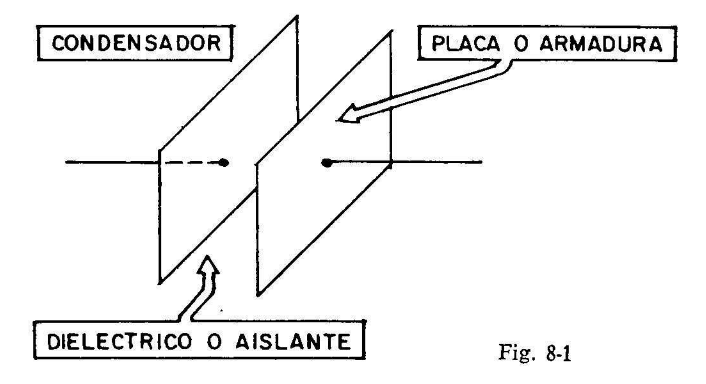


Fig. 8-1

Las placas metálicas se conocen con el nombre de *armaduras.*

Por razones de sencillez, cuando se quiere representar un condensador se dibujan sólo dos rayas verticales de igual longitud, que corresponden a la vista de perfil de la figura anterior.



Fig. 8-2

CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR

Al aplicar una tensión V entre extremos de un condensador, dicha tensión hace pasar los electrones de una armadura a la otra, como más adelante se estudiará, cargando al condensador. La relación entre la carga eléctrica que adquieren las armaduras del condensador y el voltaje aplicado se denomina capacidad.

$$C = \frac{Q}{V}$$

Según la fórmula anterior:

Q = viene medido en culombios.
V = voltios.
C = faradios (unidad fundamental de capacidad).

Por otro lado, la capacidad de un condensador depende también de la superficie de las armaduras, la separación entre ellas y el tipo de dieléctrico o material aislante que existe entre ellas.

$$C = K \frac{S}{e}$$

Siendo:

C = Capacidad del condensador.
K = Constante del dieléctrico que separa las armaduras.
S = Superficie de las armaduras.
e = Espesor entre armaduras.

UNIDADES DE CAPACIDAD

Cuando a un condensador se le aplica 1 V entre sus extremos y la carga que adquieren sus armaduras es de 1 culombio, su capacidad es de 1 faradio.

La unidad de capacidad es el faradio (F).

Pero esta unidad es muy grande para los condensadores normalmente usados en electrónica (sería como medir en kilómetros las dimensiones de una habitación), por lo que se usan otras unidades menores que son:

a) «Microfaradio»: la millonésima parte del faradio (F), que se escribe μF.

$$1\ \mu F = \frac{1\ F}{1.000.000}$$

b) «Picofaradio»: la millonésima parte del microfaradio, o sea, la billonésima parte del faradio, que se escribe pF.

$$1\ pF = \frac{1\ F}{1.000.000.000.000} = 10^{-12}\ F$$

c) «Kilopicofaradio o nanofaradio»: equivale a 1.000 picofaradios, y se escribe nF.

EL CONDENSADOR EN CORRIENTE CONTINUA

Vamos a estudiar el efecto que se produce al conectar las armaduras de un condensador a un generador de c.c. Para ello, démonos cuenta que cada una de las placas del condensador está formada por átomos y que éstos tienen igual número de protones que de electrones. Por ello, el número total de protones de cada armadura es igual al número total de sus electrones. Para mayor sencillez, vamos a suponer que cada armadura tiene 6 protones y 6 electrones.

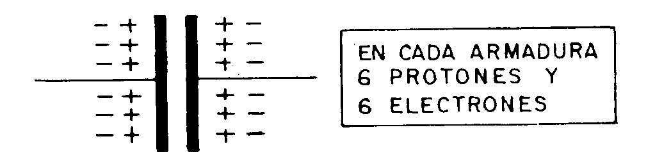


Fig. 8-3

Al conectar una pila a un condensador, los electrones de la armadura izquierda salen atraídos por el polo positivo (fig. 8-4).

En realidad, lo que ocurre es que el polo positivo atrae a los electrones de la armadura al que está conectado.

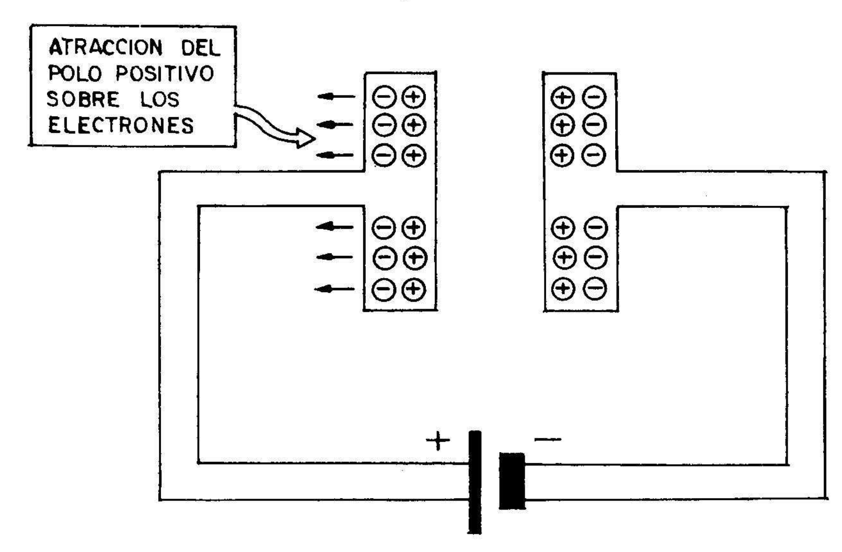


Fig. 8-4

El polo positivo de la pila atrae y absorbe 3 electrones de la armadura a la que está conectado y luego, como ni se los queda ni los destruye, salen por el polo negativo de la misma y van a la otra armadura. Por lo tanto, los 3 electrones que salen de una armadura pasan a la otra (fig. 8-5).

En la figura 8-5 se ve que la pila ha trasladado 3 electrones de la armadura izquierda a la derecha, con lo cual ésta queda cargada negativamente (exceso de electrones) y aquélla positivamente (falta de electrones). Los electrones que han pasado de una a otra armadura serán, como es lógico, atraídos con una fuerza por los protones de la armadura que han abandonado. Esta fuerza tiende a hacerles retroceder, impidiéndoselo la pila.

Ahora bien, cuando han pasado suficientes electrones como para que su tendencia a retroceder (atraídos por los protones de su primitiva armadura) iguale a la tendencia natural de la pila a hacerles circular, se alcanza el equilibrio y ya no hay corriente.

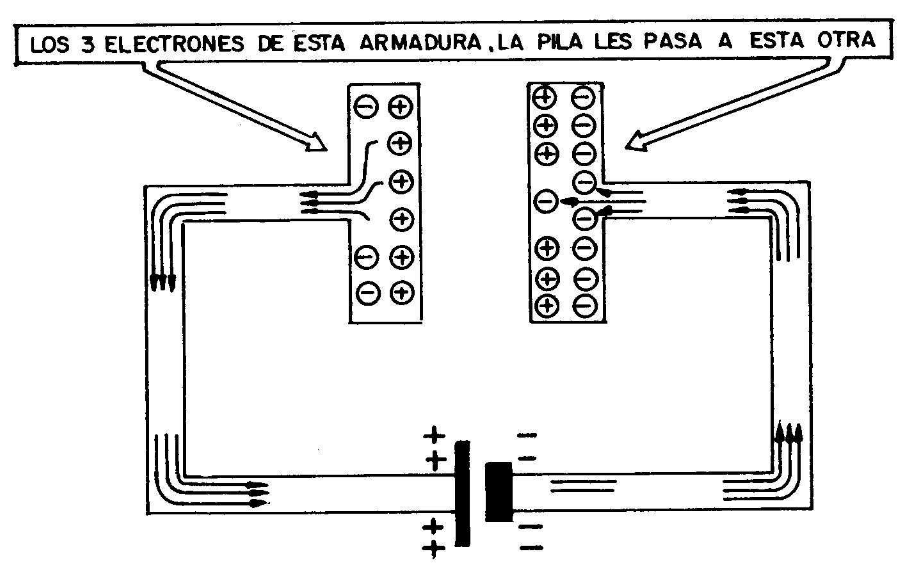


Fig. 8-5

Téngase en cuenta, además, que la armadura cargada negativamente se opone a admitir nuevos electrones, por la repulsión que origina. Se dice entonces que el condensador se ha cargado.

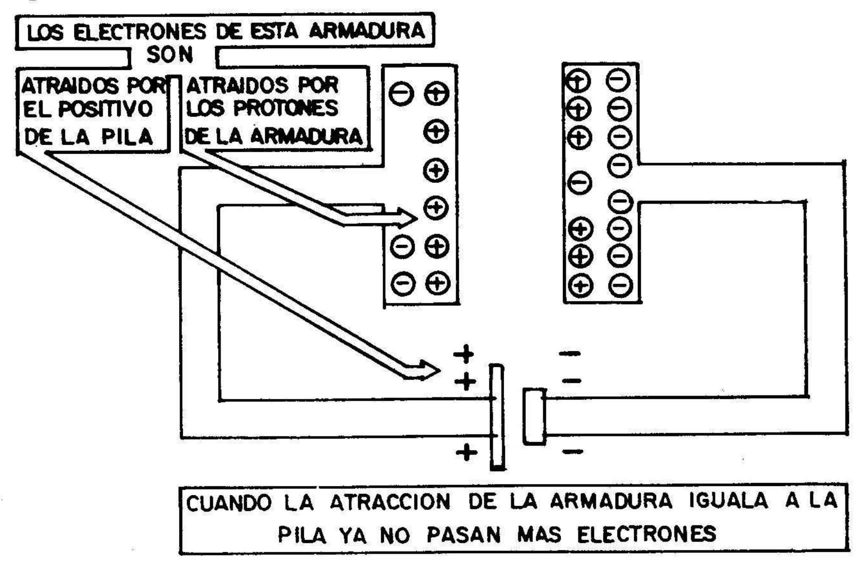


Fig. 8-6

REPRESENTACION DE UN CONDENSADOR CARGADO

Un condensador cargado se representa con un signo + al lado de la armadura positiva (la que ha perdido electrones) y un signo — en la negativa, que ha acumulado los electrones perdidos por la otra.

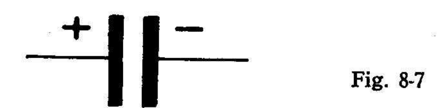


Fig. 8-7

TENSION DE UN CONDENSADOR CARGADO

Una vez alcanzado el equilibrio entre la fuerza de las armaduras del condensador y la de la pila, se interrumpe todo paso de corriente. La tensión a la que queda un condensador al cargarse se comprende con el siguiente ejemplo:

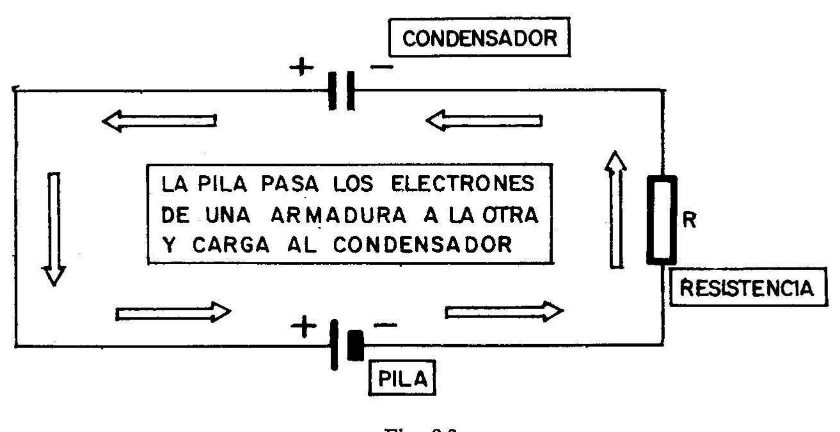


Fig. 8-8

En la figura anterior se ha representado un condensador que se cargó a través de una resistencia. Como una vez cargado ya no hay paso de corriente, entre extremos de la resistencia será nula la diferencia de potencial, pues sabemos que $V = I \cdot R$ y en este caso $I = 0$.

El que entre los dos extremos de la resistencia no haya diferencia de potencial quiere decir que los dos tienen el mismo potencial. Luego el de la armadura negativa del condensador (extremo superior de la resistencia) es igual al del polo negativo de la pila (extremo inferior de la resistencia).

Como además la armadura positiva estaba unida por un hilo sin resistencia al polo positivo de la pila, los dos tienen también el mismo potencial, ya que su diferencia es nula: $V = I \cdot R$, en donde $I = 0$ y $R = 0$.

Luego si la armadura negativa tiene el mismo potencial que el polo negativo y la positiva el mismo que el polo positivo, *la diferencia de potencial entre armaduras es la misma que entre polos de la pila.*

Si a un condensador se le aplican 4,5 V de tensión quedará cargado a una tensión igual, es decir, 4,5 V.

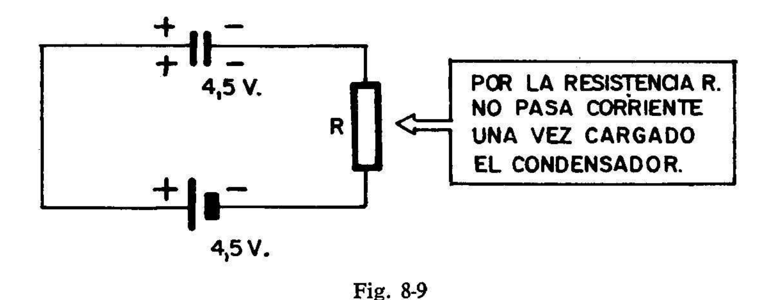


Fig. 8-9

TENSION DE PERFORACION

Si a un condensador le aplicamos una tensión de 500 V, por ejemplo, queda entre sus extremos, una vez cargado, esa misma tensión. Pero ésta puede ser superior a la que admita el aislante entre dichas armaduras, saltando en este caso una chispa eléctrica a su través, carbonizando el dieléctrico y haciéndolo conductor; entonces quedan las armaduras unidas entre sí por el aislante, ahora conductor, y por lo tanto fuera de servicio. Por eso se deben escoger condensadores con una tensión de perforación adecuada, según la que deban soportar al cargarse.

RESUMEN DE LO EXPUESTO

1.°) Cargar un condensador es hacer pasar electrones de una a otra armadura. La pila sólo se limita a hacer circular los electrones.
2.°) Una vez cargado un condensador *no deja pasar más corriente*, por lo que se dice que bloquea la corriente continua. Precisamente es ésta una de sus utilizaciones.
3.°) Un condensador cargado tiene entre sus armaduras la misma tensión que se le aplicó para cargarlo.

CURVA DE CARGA DE UN CONDENSADOR

Se llama curva de carga de un condensador la que nos representa la carga que almacena, o sea, la cantidad de electrones que pasan de una a otra armadura y que se acumulan en él a través del tiempo. En otras palabras, nos indica la «velocidad de carga» del condensador considerado.

Si se considera el comienzo de la carga en el instante t_0, al cabo de un cierto tiempo, en el punto t_1, la cantidad de electrones acumulados en una armadura es Q_1. Después de pasado un tiempo t_2, la carga es Q_2.

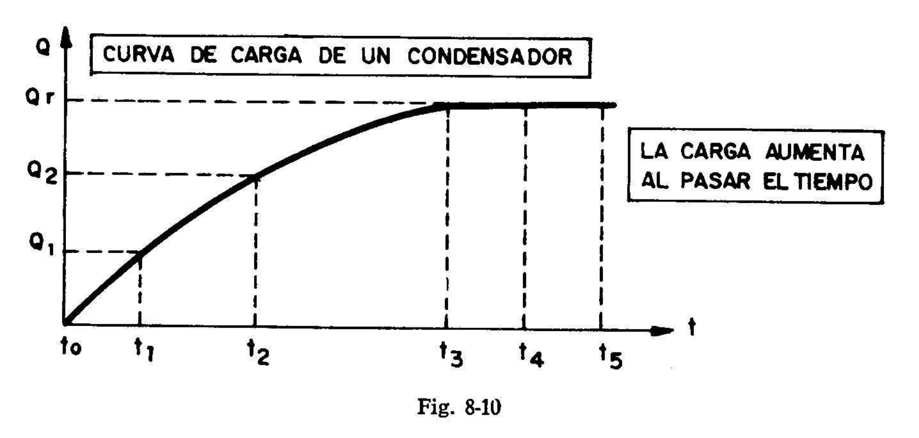


Fig. 8-10

La curva de la carga se hace horizontal desde el instante t_3, lo que indica que desde el momento t_3, por más que pase el tiempo,

el condensador no adquirirá más carga (no pasan más electrones de una a otra armadura).

La carga final es Q_t, bloqueándose el paso de electrones por el circuito en serie con el condensador.

TIEMPO DE CARGA

Es el tiempo teórico que tarda un condensador en cargarse a través de una resistencia.

Tiempo de carga $\boxed{T = R \cdot C}$

T = Segundos.
R = Ohmios.
C = Faradios.

Esta fórmula sirve también para calcular el tiempo que un condensador cargado tarda en descargarse por una resistencia.

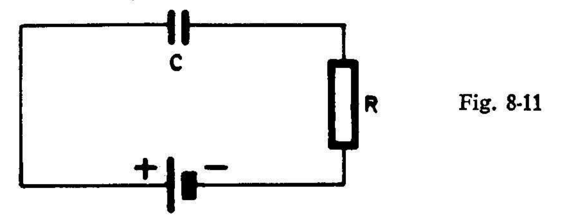


Fig. 8-11

Sin embargo, esta fórmula es teórica y el tiempo obtenido en realidad sólo indica un 60 % de la carga a la tensión total. Para obtener una carga del condensador aproximada del 100 % se necesita como cinco veces más tiempo del teórico que da la fórmula.

CURVA DE DESCARGA DE UN CONDENSADOR

Del mismo modo que la curva de carga, la curva de descarga del condensador indicará la carga Q, que el Condensador va perdiendo a lo largo de un tiempo t.

En la figura 8-11a está representado un Condensador totalmente cargado con una carga Q_t que se descarga a través de una resistencia R.

En la gráfica de la figura 8-11b se puede observar como el Condensador va perdiendo su carga a medida que transcurre el tiempo t.

En la descarga, para cada tiempo, el Condensador tiene una determinada carga Q. De esta manera cuando haya transcurrido un tiempo

$$\boxed{T = R \cdot C}$$

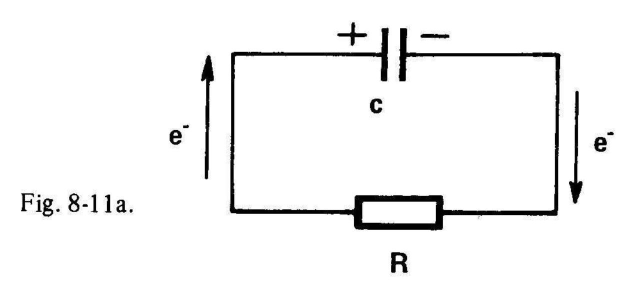


Fig. 8-11a.

el Condensador habrá PERDIDO el 60% (aproximadamente) de su carga ó dicho de otra forma, si colocásemos un voltímetro en sus extremos, éste, indicaría una disminución del 60% de la tensión del Condensador en dicho tiempo.

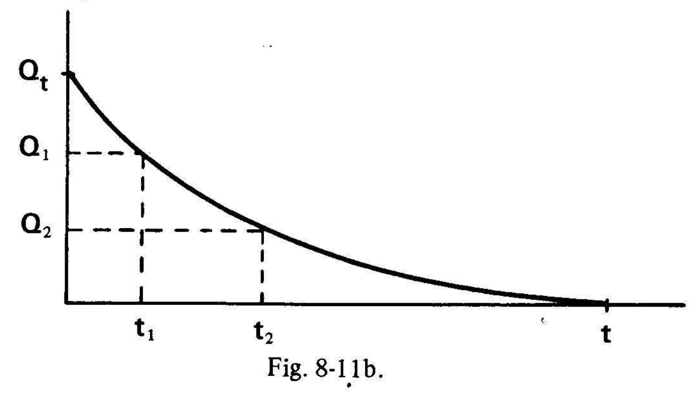


Fig. 8-11b.

Consideraremos descargado totalmente el condensador, en un tiempo cinco veces superior al anterior, es decir:

> *TIEMPO DE DESCARGA TOTAL* = 5 · *R* · *C*

que es idéntico al tiempo de carga total de Condensador.

EL CONDENSADOR ANTE LA C.A.

Abordamos el comportamiento de los condensadores cuando se les conecta a un generador de c.a.

Como un generador de c.a. cambia continuamente de polaridad, un condensador conectado a él se cargará y descargará continuamente, con el ritmo de la frecuencia de la corriente.

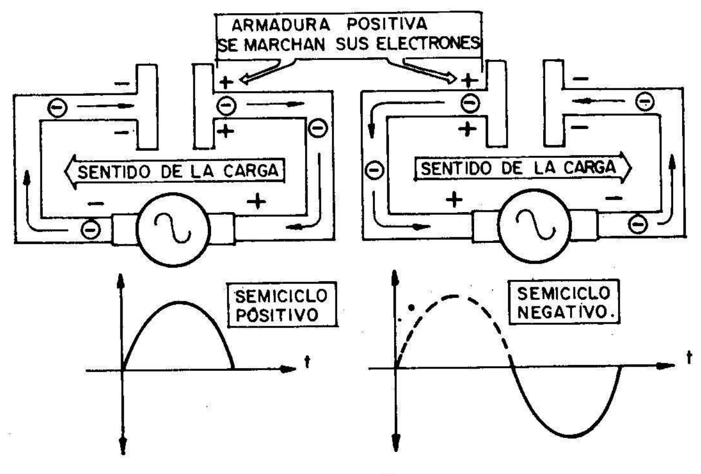


Fig. 8-12

El resultado final es que durante el ciclo circulan las corrientes de carga en los dos sentidos, mientras esté aplicada la c.a. sin interrupción.

> Por esta razón, por el circuito exterior del condensador pasa una intensidad, por lo que se dice que no bloquea la c.a., sino que permite su paso.
>
> Se debe puntualizar que, en realidad, la corriente nunca atraviesa el dieléctrico del condensador: circula externamente entre sus armaduras.

REACTANCIA CAPACITIVA X_c

Acabamos de ver que un condensador permite el paso de una corriente alterna. Sin embargo, de manera semejante a una resistencia, ofrece cierta oposición a su paso. Esta oposición depende de la capacidad y de la frecuencia de la c.a., recibiendo el nombre de *reactancia capacitiva* y se mide en ohmios, como las resistencias.

La fórmula que nos da el valor de la reactancia capacitiva (oposición de un condensador al paso de la c.a.) es la siguiente:

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

X_c: Reactancia capacitiva, expresada en ohmios.
π: Es el número de valor 3,14.
f: Frecuencia de la c.a. en Hz.
C: Capacidad del condensador, en faradios.

EJEMPLO

Hallar la reactancia de un condensador, cuya capacidad es 1 F, sometido a una tensión de $f = 50$ Hz.

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 1} = 0{,}00318\ \Omega$$

ASOCIACION DE CONDENSADORES

Los condensadores, al igual que las resistencias, pueden acoplarse en serie y en paralelo, pero las fórmulas que determinan la capacidad equivalente de estas asociaciones son inversas a las de las resistencias.

ASOCIACION DE CONDENSADORES EN PARALELO

Se utiliza para aumentar la capacidad, y el valor del condensador equivalente es igual a la suma de los condensadores asociados.

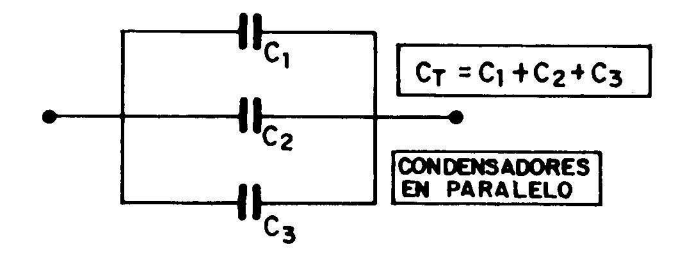


Fig. 8-13

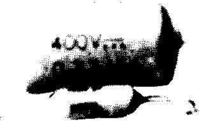


Fig. 8-13 bis

ASOCIACION DE CONDENSADORES EN SERIE

Se conectan unos detrás de otros, y la capacidad equivalente de todos ellos es menor que la del más pequeño de los condensadores.

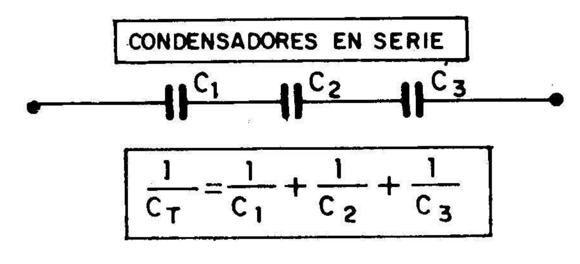


Fig. 8-14

En caso de existir sólo dos condensadores en serie, la capacidad total será:

$$C_T = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Las fórmulas que rigen para las asociaciones de condensadores son las mismas que para las resistencias, pero al revés.

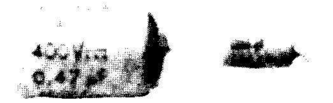


Fig. 8-14 bis

EJERCICIOS DE LA LECCION 8.ª

1.er EJERCICIO

Un condensador recibe una carga de 3 culombios al aplicarle 300 V entre sus extremos.

1.°) *¿Qué capacidad tiene en faradios?*

2.°) *¿Cuántos nanofaradios tiene?*

2.° EJERCICIO

¿Qué intensidad circula por un condensador de 100 μF?

1.°) *Cuando se le aplican los 4,5 V de una pila.*

2.°) *Cuando se le aplican los 125 V de red a 50 Hz.*

3.er EJERCICIO

¿Cuánto tiempo tarda en cargarse un condensador de 500 μF al aplicarle la tensión de una batería de 12 V a través de una resistencia de 1 M 2?

4.° EJERCICIO

¿Qué reactancia capacitiva posee un condensador de 220 picofaradios ante una tensión de 220 V y 50 Hz?

5.° EJERCICIO

Calcular la capacidad equivalente del siguiente circuito:

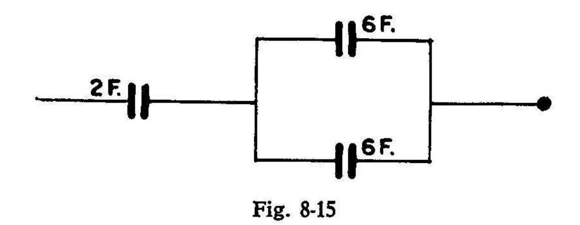


Fig. 8-15

LECCION 9

MAGNETISMO

LOS IMANES

Los imanes son piezas metálicas que tienen la propiedad de atraer a otras piezas metálicas. Pueden ser naturales, o sea, que se encuentran en la naturaleza con esa propiedad, o artificiales cuando se la hacemos adquirir.

La *magnetita* es un mineral que posee las características de los imanes según se encuentra, pero la mayoría de los imanes que usamos son artificiales, a los cuales los imanamos por fricción con otros imanes ó sometiéndolos a grandes campos magnéticos; en este último caso se emplea una aleación de aluminio-níquel y cobalto.

Si se desparraman virutas de hierro sobre un imán, quedan retenidas por éste, sobre todo en sus extremos, llamados polos, de lo que se deduce que en éstos es donde se concentra su fuerza de atracción.

Todo imán tiene dos polos en sus extremos, que se denominan norte uno de ellos y sur el otro. El polo norte se representa con una N y el sur con una S.

Al colocar dos imanes frente a frente, aparecen unas fuerzas de atracción y repulsión, según los polos que se encaren.

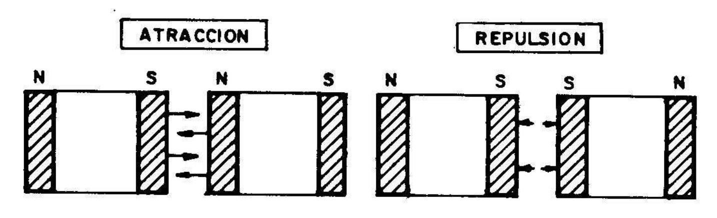


Fig. 9-1

> Polos de distinto nombre se atraen y polos del mismo nombre se repelen.

Esta Ley del Magnetismo es similar a la que se estudió en las cargas eléctricas.

REPRESENTACION DE UN IMAN

Alrededor del imán existe un campo magnético, en donde se manifiestan los efectos del magnetismo.

Para representar la actuación del campo se dibujan alrededor del imán unas líneas curvas, llamadas «líneas de fuerza», que van del polo norte al sur por el exterior del mismo.

Se pueden considerar las líneas de fuerza como las trayectorias descritas por un pequeñísimo polo norte colocado cerca del imán, que se aleja, porque lo repele, del polo norte y se acerca al polo sur, que lo atrae.

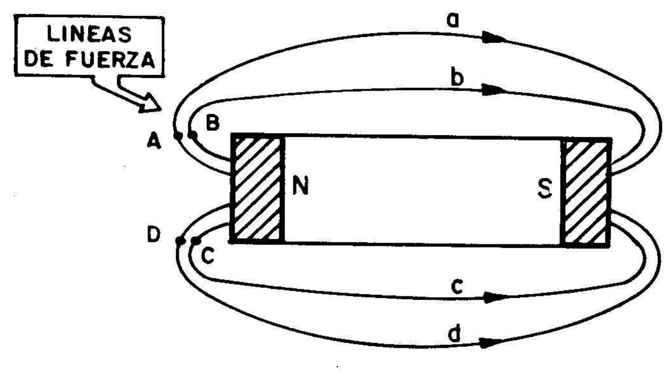


Fig. 9-2

En la fig. 9-2, si se coloca un pequeño polo norte en el punto A, se mueve siguiendo la trayectoria *a*, alejándose del polo norte y acercándose al sur. Lo mismo sucede con el polo norte pequeño si se coloca en los puntos B, C y D, que sigue las trayectorias *b*, *c* y *d*.

FLUJO MAGNETICO

Un imán se representa con sus líneas de fuerza rodeándolo. Si el imán es muy potente se dibujan muchas de esas líneas, mientras que si es débil se dibujan pocas.

Naturalmente, las líneas de fuerza deben considerarse representadas en todo el espacio que rodea al imán y no sólo en el plano del dibujo.

Se llama flujo magnético al número de líneas de fuerza que atraviesan una unidad de superficie perpendicular a ellas.

El concepto de flujo magnético da una idea de la potencia del imán, puesto que un imán potente tiene muchas líneas de fuerza y por lo tanto su flujo será también grande.

En lo sucesivo, al hablar de un imán o de sus efectos usaremos frecuentemente la expresión de *flujo magnético.*

ELECTROMAGNETISMO

Un conductor por el que circula una corriente eléctrica se comporta como si fuera imán, de tal manera que si en sus proximidades colocamos un pequeñísimo polo norte aislado, éste comenzará a dar vueltas alrededor del citado conductor y en un plano perpendicular a él.

Las líneas de fuerza que se crean alrededor del hilo conductor son circulares y su sentido de giro viene determinado por la regla del sacacorchos: «Al hacer avanzar el sacacorchos en sentido contrario a la corriente de electrones, su sentido de giro coincide con

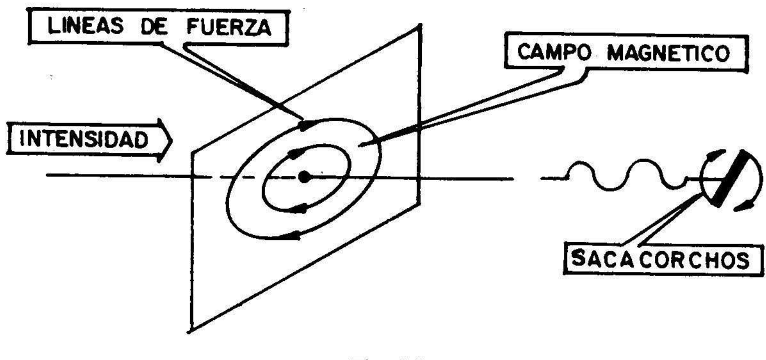


Fig. 9-3

el de las líneas de fuerza». La potencia de este imán, su flujo, depende directamente de la intensidad de la corriente que lo ha producido: si la corriente es débil, el flujo creado es pequeño. Si la corriente es fuerte, el flujo es grande.

> — Variando el valor de la intensidad eléctrica que pasa por el hilo se modifica la potencia del campo magnético.
> — Variando el sentido de la corriente se modifica el sentido de las líneas de fuerza y del campo.

El paso de corriente eléctrica produce magnetismo, pero también, al cortar un campo magnético variable, un conductor produce en sí mismo una corriente eléctrica. Esta transformación se usa en los transformadores y en ellos profundizaremos en este punto.

Un efecto muy utilizado en el electromagnetismo es la aparición de una fuerza sobre un conductor por el que circula una corriente eléctrica al ser atravesado por un campo magnético. Si la corriente y el campo son perpendiculares a ambos y se determina por la «regla de la mano derecha», en la que el dedo pulgar indica la dirección de dicha fuerza, cuando el índice y el medio marcan las direcciones de la corriente de electrones y la del campo magnético respectivamente. Los tres dedos de la mano derecha quedan formando el vértice de un triedro, perpendiculares entre sí.

BOBINAS

Se llama bobina o selenoide el conjunto de espiras arrolladas sobre un soporte cilíndrico y realizadas con un trozo de hilo conductor.

Si por la bobina circula una corriente, cada espira crea un efecto magnético en forma de líneas de fuerza circulares (*a, b, c, d*, ...) que dan lugar a unas resultantes de todas ellas (fig. 9-4).

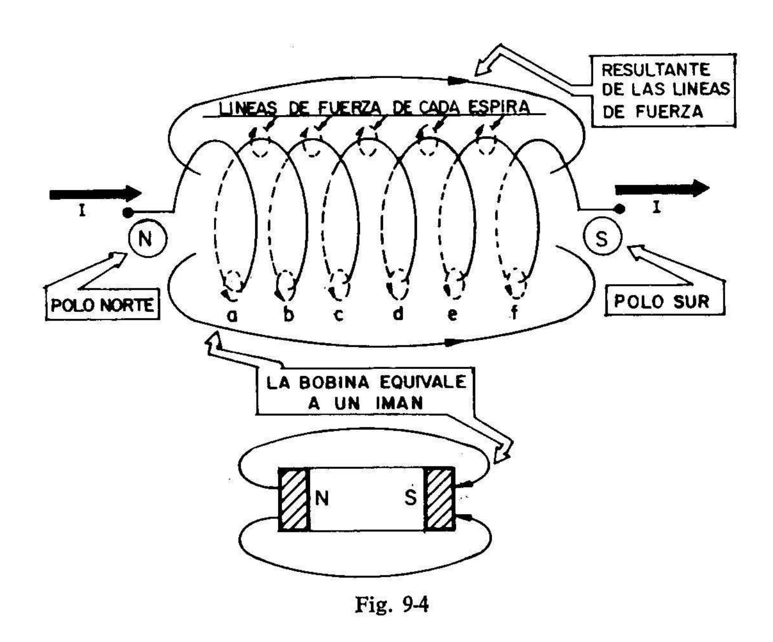


Fig. 9-4

La bobina se comporta como si fuera un imán, con un polo norte por donde salen las líneas de fuerza y un polo sur.

Al variar el valor de la intensidad que circula por las espiras se altera la potencia o flujo del imán al que equivale la bobina.

Al variar el sentido de la corriente eléctrica que atraviesa la bobina se modifica la posición de los polos del imán al que equivale.

Si la intensidad de corriente que circula por la bobina fuera alterna, el efecto magnético sería variable; además, los polos norte y sur cambiarían de posición con la frecuencia de la corriente.

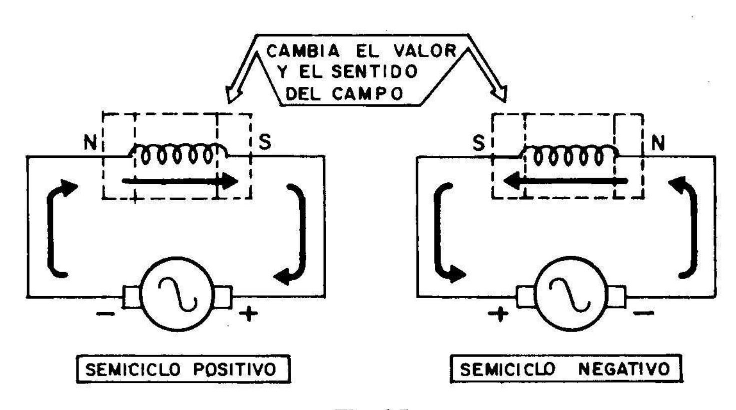


Fig. 9-5

EL TRANSFORMADOR

Se ha comprobado experimentalmente que:

«Siempre que un conductor se encuentra sometido a flujo de valor variable, se produce en él una diferencia de potencial inducida, de manera que si forma un circuito cerrado habría una circulación de corriente por él.»

Hay que insistir en que el flujo ha de ser variable si queremos que aparezca en el conductor la tensión inducida.

Para conseguir este efecto en un conductor con un imán, sólo nos queda acercar o alejar continuamente el imán o el conductor.

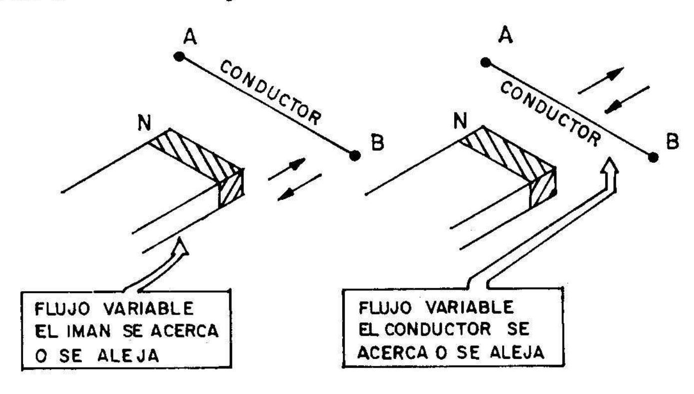


Fig. 9-6

Otra forma de conseguir un flujo magnético variable es aplicar a una bobina una c.a. A la bobina que se aplica la c.a., produce el campo magnético variable y se la llama primario. Si colocamos otra bobina en sus cercanías (esta bobina se llama secundario), se encuentra sometida a un flujo variable y entre sus extremos aparece por inducción una tensión alterna de la misma frecuencia que la que produce el campo.

> Un transformador es un conjunto compuesto por una bobina en la que se aplica c.a. (primario) y otra, llamada secundario, en la que se induce otra tensión de c.a.

En un transformador se puede demostrar que la tensión V_2 que aparece en el secundario tiene el siguiente valor:

$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}$$

A la relación $M = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$ se la llama "relación de transformación" de un transformador.

Siendo V_1 la tensión alterna (valor eficaz) aplicada al primario, N_1 el número de espiras del primario, N_2 el de espiras del secundario.

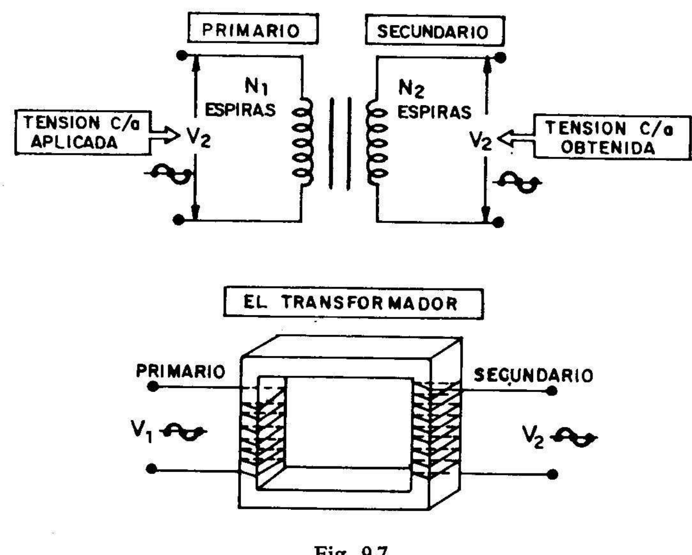


Fig. 9-7

Como se ve, si N_2 es mayor que N_1 el cociente de los dos es mayor que la unidad y por tanto V_2 es mayor que V_1. Si N_2 es doble que N_1, la V_2 obtenida en el secundario es el doble que la V_1 aplicada al primario. A este tipo de transformador, cuyo secundario tiene mayor número de espiras que el primario, se le llama «elevador de tensión».

EJEMPLO

Al primario de un transformador se le aplican 50 V. El número de espiras del primario es $N_1 = 25$ y el del secundario $N_2 = 100$. Calcular la tensión que aparecerá en el secundario.

$$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1}\ ; \qquad V_2 = 50 \frac{100}{25} = 200 \text{ V}$$

Se comprueba que si en un transformador la cantidad de espiras del secundario es mayor que la del primario, la tensión que

aparece en aquél, es mayor que la aplicada en éste. A la inversa, si N_2 es menor que N_1, la tensión que aparece en el secundario es menor que la aplicada al primario.

IMPORTANTE

La tensión que hay que aplicar al primario de un transformador debe ser siempre alterna, para que produzca un flujo variable que, actuando sobre el secundario, induzca en éste una tensión también alterna.

Nunca se debe aplicar tensión continua a un transformador, so pena de quemarlo.

AUTOINDUCCION DE UNA BOBINA. REACTANCIA INDUCTIVA

Como se ha visto en el transformador, una bobina por la que circula una c.a. crea un flujo variable que puede producir efectos de inducción sobre otro conductor situado en sus cercanías. También ese efecto de inducción se produce sobre ella misma, puesto que también es un conductor sometido a un flujo magnético variable.

«La inducción que se produce sobre una bobina debida al campo magnético variable producido por ella misma al ser atravesada por una c.a. se conoce con el nombre de *autoinducción.*»

Vamos a estudiar cuál es el efecto de la autoinducción mencionada.

Existe en la naturaleza una Ley general, conocida con el nombre de Ley de Lenz, que dice que *todo efecto se opone a la causa que lo produce.*

En nuestro caso, el efecto es la aparición de una tensión de autoinducción, y la causa es la circulación de corriente alterna por

la bobina. Entonces, según la Ley de Lenz, la tensión de autoinducción (efecto) es tal que se opone siempre a la citada circulación de corriente (causa). Esta oposición debe entenderse en el sentido que la tensión de autoinducción tiene en cada instante una polaridad tal que la circulación de electrones que provoca se opone a la variación de la circulación de corriente por la bobina.

Esta oposición de la que se ha hablado se puede considerar a efectos globales de cálculo, como si la bobina representara una resistencia adicional a la corriente alterna, además de la óhmica del hilo. Esta resistencia producida por la autoinducción se conoce con el nombre de *reactancia inductiva*, escribiéndose X_L.

Existe una fórmula que nos da la reactancia X_L, medida en ohmios, de una bobina en c.a.:

$$\boxed{X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mathcal{L}}$$

En donde:

X_L: Reactancia inductiva de la bobina medida en ohmios.
π: Número de valor 3,14.
$\mathcal{L}$: Coeficiente de autoinducción, que se expresa en henrios (H) y cuyo valor depende de las características particulares de la bobina (longitud, espiras, material en el que está arrollada, etc.).

EJEMPLO

Determinar la reactancia inductiva de una bobina por la que circula una corriente de frecuencia 50 Hz, si el coeficiente de autoinducción vale 3 H:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 3 = 942\ \Omega$$

> Una bobina presenta en c.a. una gran resistencia, llamada reactancia inductiva, X_L, debida a la inducción magnética variable que ella misma provoca.
>
> Una bobina en c.c. sólo presenta una resistencia igual a la pura del hilo que la forma. No hay efectos de inducción, porque el campo magnético que crea una c.c. es fijo.

CIRCUITOS MIXTOS ANTE LA C.A. RESISTENCIA, CAPACIDAD Y AUTOINDUCCION

Se considera el caso de tener una resistencia, un condensador y una bobina en serie en un circuito por el que circula una c.a. La oposición de este conjunto al paso de la c.a. se llama impedancia, simbolizándose por *Z*.

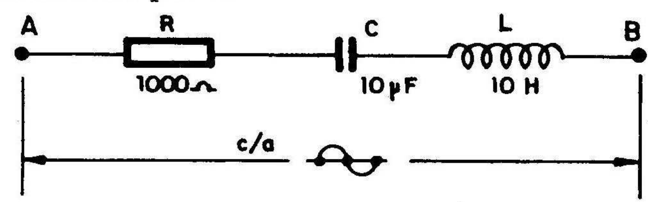


Fig. 9-8

La impedancia del circuito dependerá naturalmente del valor de las resistencias y de las reactancias del condensador y la bobina.

La fórmula que determina la impedancia de este conjunto es:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

Z = Impedancia, que representa la oposición total del circuito al paso de la c.a., medida en ohmios.

R = Valor de la resistencia, en ohmios.

X_L = Reactancia inductiva de la bobina, en ohmios.

X_C = Reactancia capacitiva del condensador, en ohmios.

EJEMPLO

Hallar la impedancia entre los puntos A y B de la figura anterior. La frecuencia de la c.a. es de 20 Hz.

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 20 \cdot 10 = 1.356\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 20 \cdot 0{,}00010} = 796\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{1.000^2 + (1.356 - 796)^2} = \sqrt{1.000^2 + 560^2} = 1.146\ \Omega$$

CASOS PARTICULARES

Del caso general recién expuesto podemos deducir otros casos particulares cuando el circuito es más sencillo.

1.º) *CIRCUITO CON RESISTENCIA Y AUTOINDUCCION*

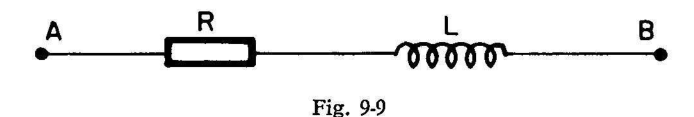


Fig. 9-9

Se aplica la fórmula general sin poner la X_C, puesto que en este caso no existe capacidad.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

2.º) *CIRCUITO CON RESISTENCIA Y CAPACIDAD*



Fig. 9-10

Se aplica la fórmula general sin poner la X_L, puesto que en este caso no existe bobina.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

3.º) *CIRCUITO CON BOBINA Y CAPACIDAD*

Se aplica la fórmula general sin poner la *R*.

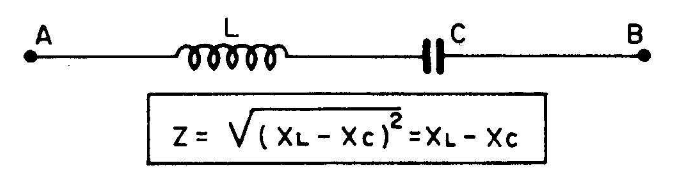


Fig. 9-11

RESONANCIA DE UN CIRCUITO

Si en la fórmula de la figura 9-11 se hace que la Reactancia Inductiva X_L de la bobina sea igual a la Reactancia Capacitiva X_C de condensador, los efectos contrarios de ambos, harán que la Impedancia Z resultante sea NULA, y por tanto la corriente que circule por el circuito INFINITA (según la Ley de Ohm). A este fenómeno se le denomina RESONANCIA de un circuito, y a la frecuencia a que ésto sucede *FRECUENCIA DE RESONANCIA* f_0.

$$Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2} = 0 \; ohm.$$

dado que:

$$X_L = X_C$$

Este efecto será de especial importancia en una serie de aplicaciones tales como la sintonización de Emisoras de Radio y Televisión.

Calculemos ahora a qué valor de frecuencia se producirá la resonancia de un circuito BOBINA-CAPACIDAD como el de la figura 9-11:

Si las dos Reactancias han de ser iguales se debe cumplir que

$$X_L = X_C \qquad 2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot L = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot C}$$

despejando de la fórmula f_0, que es la frecuencia de resonancia, tendremos:

$$\boxed{f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}}$$

En la práctica la Impedancia no será completamente nula, dado que la bobina tiene una resistencia por construcción y, además, podría haber una resistencia en el circuito a la que no afecta el fenómeno de resonancia; así pues, para f_0 la Impedancia del circuito en cualquier caso valdrá:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + 0} = R$$

De modo que se puede decir que en resonancia, la Impedancia total del circuito será igual al valor de resistencia óhmica del mismo R.

EJERCICIOS DE LA LECCION 9.ª

A) Marcar con una cruz la respuesta correcta.

1.º) Al colocar frente a frente dos imanes por sus polos norte aparece:

a) *Una fuerza de repulsión.*
b) *Una fuerza de atracción.*
c) *Un campo magnético variable.*

2.º) Flujo magnético es:

a) *El campo de un imán.*
b) *Las líneas de fuerza por unidad de superficie.*
c) *La fuerza de atracción o repulsión.*

3.º) Al pasar corriente por una bobina se crea un:

a) *Transformador.*
b) *Solenoide.*
c) *Imán.*

4.º) Al aplicar una c.c. al primario de un transormador, en el secundario:

a) *Aparece una tensión de c.c.*
b) *Aparece una tensión de c.a.*
c) *No aparece nada de tensión.*

5.º) La autoinducción de una bobina es:

a) *La reactancia inductiva.*
b) *Un coeficiente que determina el efecto sobre ella del campo magnético que crea ella misma.*
c) *La tensión que se origina en una bobina.*

B) Resolver los siguientes problemas:

1.º) *Un transformador al que se le aplican en su primario 125 V y tiene en él 50 espiras, tiene en el secundario 220 V. ¿Cuántas espiras tiene el secundario?*

2.º) *Una bobina de hilo de cobre, de 1 mm de diámetro, tiene una longitud de 100 m (resistividad del cobre $\rho = 0{,}0175$) y tiene 50 milihenrios de coeficiente de autoinducción.*

1.º) *Calcular la intensidad que lo atraviesa al aplicarle 10 V de c.c.*

2.º) *Calcular la intensidad que lo atraviesa al aplicarle 10 V de c.a. y 50 Hz.*

3.º) *Por una bobina pasan 5 A de c.a. al aplicarle una tensión de 220 V (eficaz) y 50 Hz. Calcular su coeficiente de autoinducción en henrios.*

4.º) *Una intensidad circula por un circuito formado por una resistencia de 500 Ω, un condensador de 100 μF y una bobina de 5 H, al aplicarles una tensión alterna de 100 V, 50 Hz. Calcularla.*

5.º) *¿Qué intensidad pasa por un circuito formado por una bobina de 5 milihenrios y un condensador de 220 microfaradios, al aplicarles los 12 V de una batería de un coche?*

Segunda Parte

Práctica y Tecnología

Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos

LECCION 1

EL MONTAJE ELECTRONICO: EL SOLDADOR

INTRODUCCION

Quien llega a la electrónica, después de trabajar o conocer la electricidad, encuentra una gran diferencia en la forma de conectar los componentes. En la técnica eléctrica es costumbre empalmar los cables ya pelados, retorciéndolos unos contra otros y posteriormente fijándolos y recubriéndolos con cinta aislante.

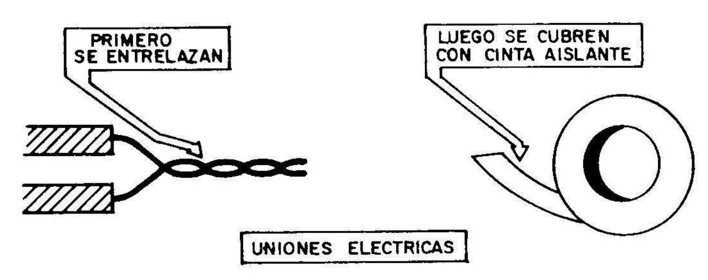


Fig. T1-1

En electrónica este tipo de empalmes es incorrecto, porque en la mayor parte de los circuitos, la intensidad que circula es muy débil y el contacto imperfecto, con el consiguiente aumento de resistencia, haría variar notablemente las tensiones e intensidades correctas, perjudicando el buen funcionamiento del montaje.

En electrónica la unión de sus componentes ha de ser íntima, formando un solo cuerpo.

Para conseguir estos requisitos con gran seguridad y duración se emplea el procedimiento de la soldadura.

«Soldar dos o más elementos es depositar en la zona donde se cruzan, encima de sus terminales metálicos otro metal fundido (el estaño), que al enfriarse y solidificarse forma con ellos una masa única y rígida.»

Para conseguir la fusión del metal, que se unirá a los terminales, se precisa una temperatura muy alta, que la proporciona el «soldador».

El soldador es la herramienta más importante para la realización de los montajes electrónicos.

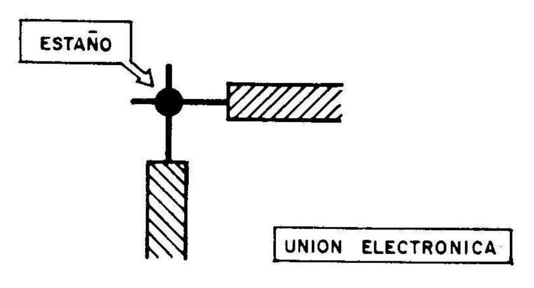


Fig. T1-2

EL SOLDADOR ELECTRICO

Consiste en una punta de cobre en cuyo interior se aloja una resistencia eléctrica a la que se aplica la tensión de la red, adquiriendo una elevada temperatura que la transmite por conducción a la mencionada punta de cobre.

Para su manejo, el soldador dispone de un mango de madera o de plástico.

A continuación se dibuja el despiece de un soldador y cada uno de sus componentes principales.

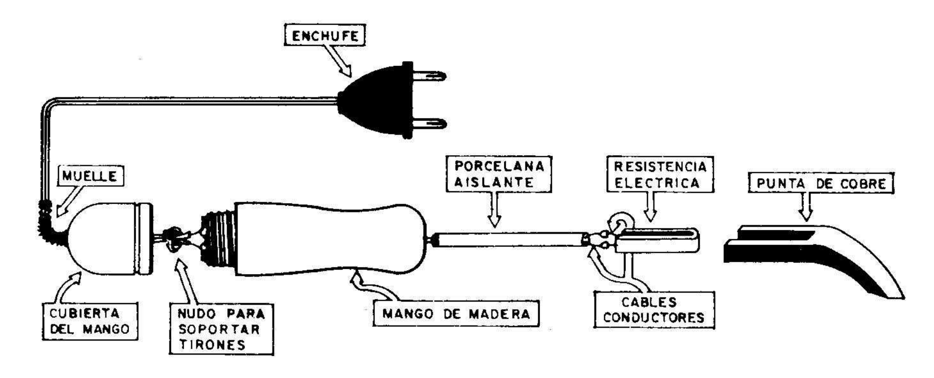


Fig. T1-2 bis

Al aplicar la tensión de red a la resistencia a través de los cables conductores que atraviesan el mango por unos tubos de porcelana que evitan que se toquen entre sí, dicha resistencia disipa una gran cantidad de calor, que pasa directamente a la punta del soldador.

EL SOLDADOR DE PISTOLA

El anterior soldador se utiliza en los trabajos de taller y debido a su poco peso y la disposición del mango y de la punta, se obtiene de él un gran rendimiento en los trabajos de larga duración. Es muy cómodo de utilizar. Sin embargo, en las averías fuera del taller, es decir, en el domicilio o empresa del cliente, presenta el inconveniente de tardar bastante en calentarse adecuadamente. Como generalmente en estos casos sólo se usa para soldar o desoldar una pieza, resulta que es más el tiempo que hay que esperar a que esté dispuesto el soldador que el que se tarda en sustituir la pieza averiada; esto puede dar motivo al cliente a pensar en una deliberada pérdida de tiempo.

Para subsanar este problema de las soldaduras eléctricas, apareció el soldador de pistola, denominación que recibe por su forma y por la inclusión en él de un gatillo que al apretarlo permite su puesta en funcionamiento.

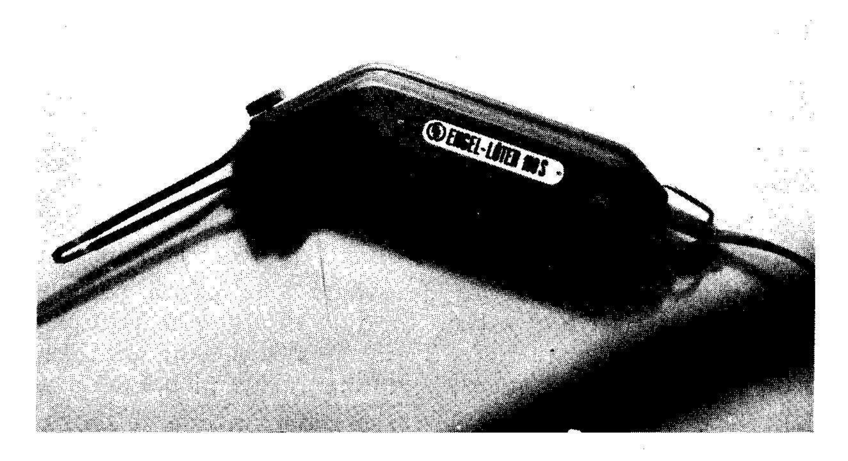


Foto T1-1

La característica esencial del soldador de pistola es el escaso tiempo que requiere para el calentamiento de su punta. Para ello incluye un transformador interno con el que se consigue que pase una gran corriente eléctrica, que calienta la punta en unos 20 segundos.

> El soldador de pistola es útil para reparaciones en la empresa o en el domicilio del cliente.

No es recomendable usar este soldador en el trabajo continuado del taller, porque debido a su peso y su forma resulta más incómodo que el normal; por otro lado, también su precio es superior.

ESTAÑADO DE LA PUNTA DEL SOLDADOR

Para comenzar a trabajar con un soldador nuevo, previamente hay que estañar su punta de cobre.

OPERACIONES

A) Aunque la punta suele estar limpia, conviene pasarle una lija muy fina, o mejor una carda, que no es más que un cepillo de púas metálicas y que es conveniente tener para el posterior mantenimiento del soldador.

B) Bien limpia la punta, se conecta el soldador a la red y se espera a que esté bien caliente: Unos minutos aproximadamente.

C) Se acerca una barrita de estaño a la punta para que se funda, y se distribuye el estaño fundido de manera que quede recubierta la punta, hasta unos 3 cm de altura, con una fina película de estaño, sin que queden protuberancias ni bolas de estaño.

D) Se desconecta el soldador, se espera a que se enfríe y se vuelve a pasar la carda para igualar el estaño depositado, de forma que quede limpio y brillante.

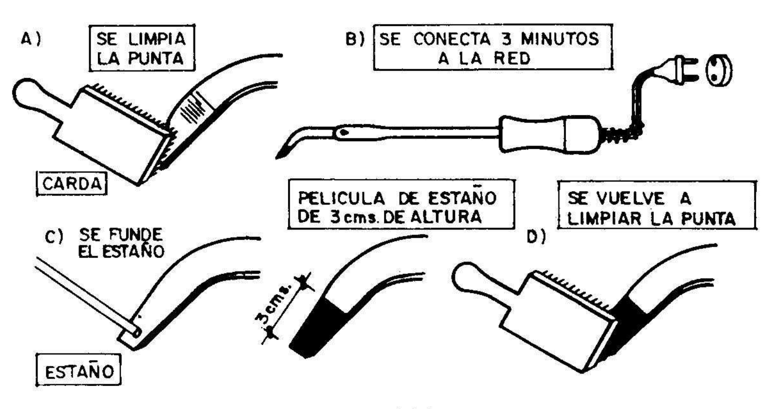


Fig. T1-3

MANTENIMIENTO DEL SOLDADOR

Para un buen funcionamiento y una larga duración del soldador, hay que tener en cuenta las siguientes reglas:

1.ª) Usando los soldadores normales no conviene desenchufarlos constantemente. A no ser que se prevea no utilizar el soldador en un tiempo superior a 10 minutos, es preferible dejarlo conectado.

2.ª) La punta del soldador siempre ha de estar bien estañada.

3.ª) Después de cada jornada de trabajo es recomendable pasar la carda por la punta, para eliminar la suciedad adherida en ella.

4.ª) Periódicamente hay que quitar el óxido que se forma entre la punta de cobre y la resistencia interna.

5.ª) Cuando después de mucho uso, más de 200 horas de trabajo, se redondea la punta del soldador, hay que darle de nuevo la forma primitiva con una lima.

6.ª) La punta del soldador cuando está caliente no debe quedar apoyada en ninguna superficie. Existen unos portasoldadores destinados a tal fin, que se pueden adquirir en el comercio. También mediante un simple alambre se puede fabricar un soporte para la punta del soldador.

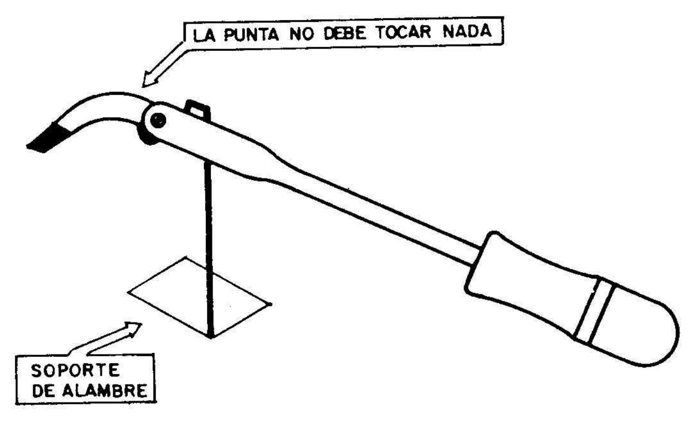


Fig. T1-4

AVERIAS DEL SOLDADOR

Cuando un soldador se conecta a la red y no se calienta o se calienta poco, puede suceder alguna de las anormalidades siguientes:

1.ª) Comprobar que la tensión de la red coincide con la que requiere el soldador. En el cuerpo del soldador viene especificado este dato.

2.ª) Comprobar la tensión de la red (usando el polímetro).

3.ª) Comprobar que la resistencia del soldador no está rota, usando el polímetro. Colocándolo en la escala de resistencias, comprobar que la que marca al tocar los terminales del enchufe del soldador no es infinita; en caso de ser así, habría que comprar una resistencia nueva y colocarla en el lugar de la averiada.

4.ª) Si el soldador calienta pero suelda mal, limpiar bien su punta.

5.ª) En caso de no ser ninguna de las anteriores averías, comprobar las conexiones del enchufe y el mango y la continuidad de los cables.

ESTAÑO

Se vende en rollos de 1 metro, de 1/4, de 1/2, de 1 kg, etc. Se recomienda usar el que tiene un diámetro de 1,5 milímetros, con un 60 % de proporción de estaño y el resto de plomo.

Para una fusión más uniforme del estaño, tanto exterior como interiormente, en el núcleo de la barra de estaño existe resina, que transmite rápidamente el calor por la parte interna de la barra.

CABLE DE CONEXION PARA MONTAJES ELECTRONICOS

En general ha de usarse cable de cobre formado por un solo hilo de un diámetro de 1 milímetro, estando recubierto por plástico aislante. Los montajes electrónicos requieren que los cables vayan derechos sobre la superficie del chasis y formando ángulos rectos, de otra manera se producirían capacidades parásitas que perjudicarían el buen funcionamiento del aparato. Para conseguir que los cables guarden la forma que se les de previamente, han de ser rígidos, o sea, formados por un solo hilo de gran diámetro, pues los cables formados por varios hilos muy finos, son flexibles y no conservan la forma que se les da.

TIPOS DE SOLDADORES

Al elegir el soldador adecuado para la realización de un montaje no sólo ha de tenerse en cuenta el voltaje al que se va a conectar, sino también el tipo de circuito. Cuando el montaje se realiza en chasis metálico, el soldador ha de proporcionar bastante calor y se recomienda normalmente el que tiene una potencia de 50 W. Incluso si ha de soldarse en el mismo chasis puede servir uno de 100 W.

Para montajes en circuito impreso y si en él se incluyen semiconductores hay que usar menos potencia (de 15 a 35 W), para evitar destruir dichos componentes.

Por otra parte, las puntas de los soldadores tienen muchas formas y la que se ha dibujado en las anteriores figuras es la de uso general. Para montaje con semiconductores se debe utilizar una punta mucho más fina, al objeto de precisar el punto de soldadura y concentrar más el calor.

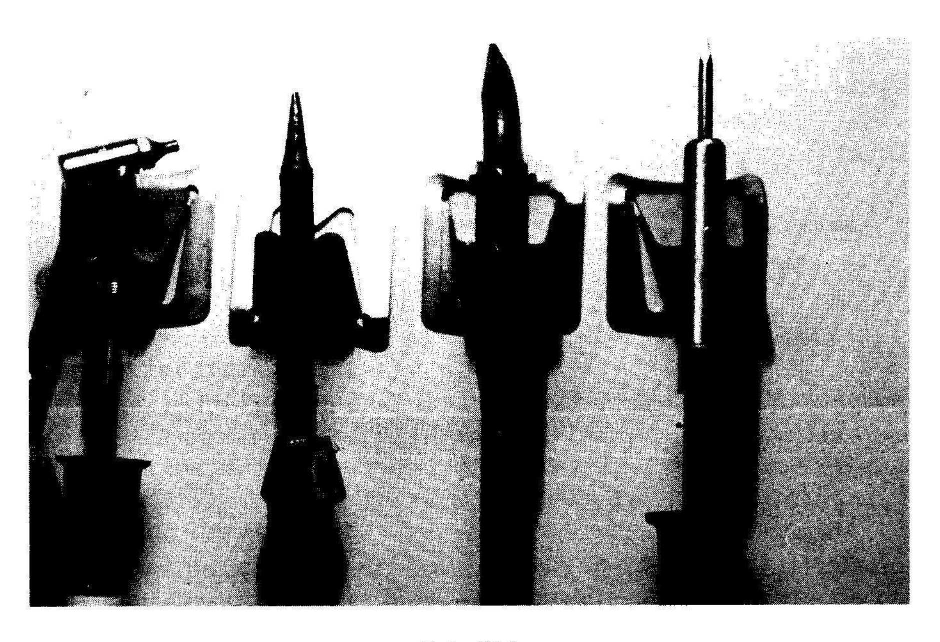


Foto T1-2

DESPIECE DE UN SOLDADOR Y DIFERENTES PUNTAS

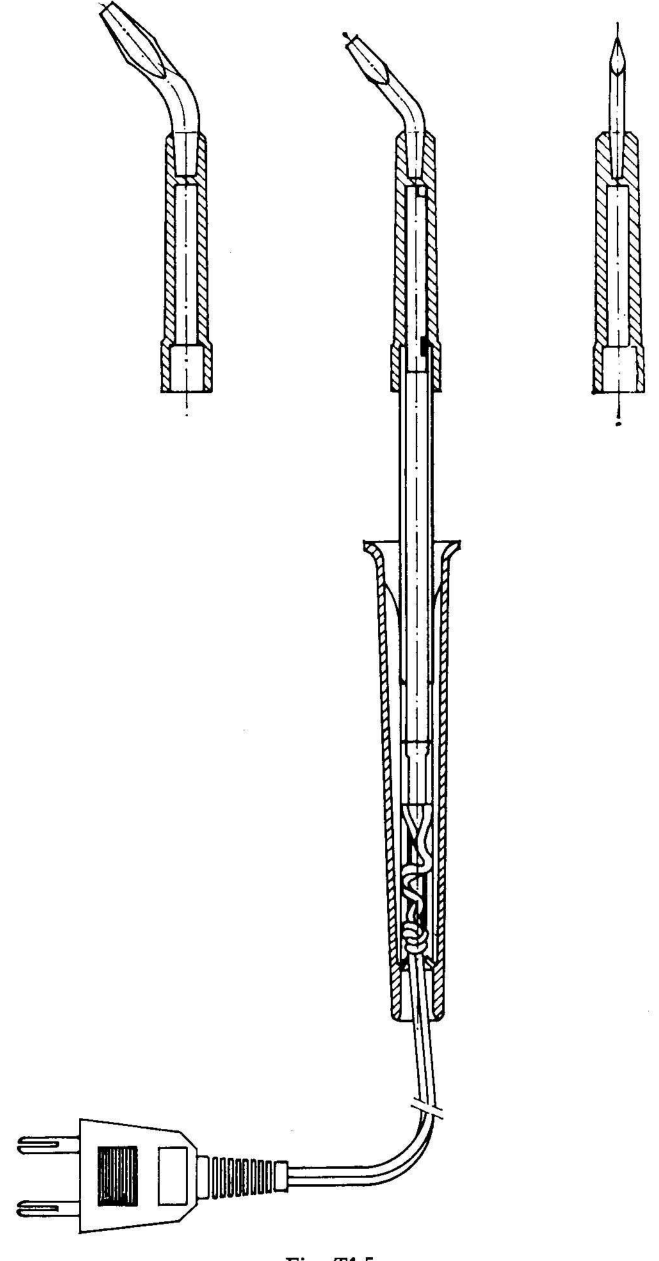


Fig. T1-5

LECCION **2**

REALIZACION DE SOLDADURAS

INTRODUCCION

Las débiles corrientes de los circuitos electrónicos exigen unas uniones íntimas y completas entre sus componentes. La soldadura reune estos requisitos al depositar un metal (estaño), fundido con el calor que desprende la punta del soldador en los terminales a conectar y formar un mismo cuerpo al enfriarse el estaño.

Existe una técnica para conseguir los mejores resultados de estas soldaduras, que vamos a explicar a continuación.

SOLDADURA CORRECTA

Para conseguir una soldadura perfecta hay que cumplir las condiciones siguientes:

1.ª) Los terminales que se quieren soldar han de estar limpios: se rasparán en caso contrario. Se facilita la operación si las superficies de los terminales a soldar se estañan previamente, o sea, se deposita en ellas una fina capa de estaño con la punta del soldador.

2.ª) Antes de soldar se debe unir lo mejor posible los terminales. Hay que prever que quizás la soldadura que se pretende realizar, el día de mañana sea necesario desmontar, por lo cual las uniones han de ser desmontables.

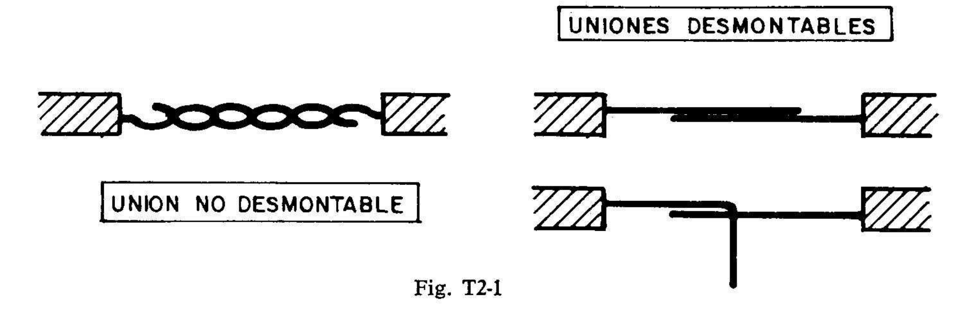


Fig. T2-1

En una unión desmontable, al aplicar el soldador al estaño solidificado, éste se vuelve a derretir y se pueden separar sin más problemas los cables o componentes. En cambio, en una unión indesmontable, para deshacerla no suele quedar otro remedio que cortarla con las tijeras, con lo cual en la mayoría de los casos quedan inservibles los componentes.

3.ª) Una vez limpios los terminales y unidos adecuadamente, se aplica la punta del soldador caliente en la zona donde se desea realizar el depósito de estaño. Esta fase tiene por objeto calentar dicha zona para que ella misma sea capaz de derretir el estaño.

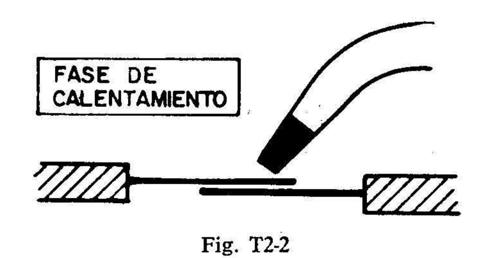


Fig. T2-2

4.ª) Transcurrido el tiempo necesario para que la zona de unión esté caliente, se acerca la barra de estaño, debiéndose derretir al ponerse en contacto con la unión previamente calentada.

La barra de estaño se debe derretir al tocar la zona de unión, sin necesidad de que toque la punta del soldador o al menos muy ligeramente.

5.ª) La cantidad de estaño que se debe fundir ha de ser mínima, pero en cantidad suficiente para que la unión sea consistente y aguante un pequeño tirón.

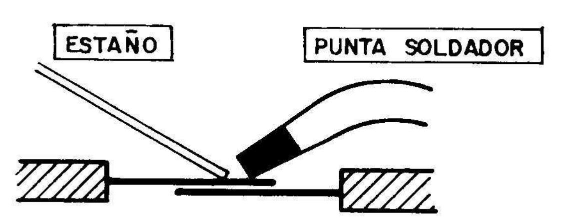


Fig. T2-3

IMPORTANTE: EL ESTAÑO NO DEBE TOCAR LA PUNTA DEL SOLDADOR

6.ª) Una vez fundido y esparcido el estaño hay que dejarlo enfriar lentamente: no se debe soplar para aumentar la velocidad de solidificación.

7.ª) Cuando el estaño encuentra caliente la zona de unión se deposita suavemente y en la cantidad precisa, quedando su superficie blanca y brillante.

Como regla de oro para conseguir una buena soldadura, se insiste en:

> Para lograr una buena soldadura es necesario que el estaño se funda en la unión a base del calor que tiene ella misma y que previamente se lo ha proporcionado el soldador. Hay que evitar que el estaño se derrita tocando la punta del soldador.

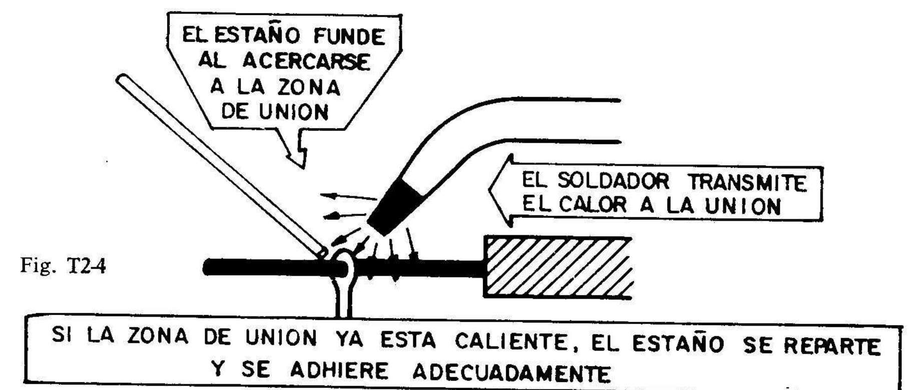


Fig. T2-4

PASTA DESOXIDANTE

El oxígeno del aire tiene una gran propensión a combinarse con los metales y oxidarlos.

A los terminales de las resistencias, condensadores, componentes e incluso cables que hemos de soldar previamente, al haber estado en contacto con el aire, se les han oxidado, sobre todo, las partes descubiertas y no protegidas.

La fina película de óxido que se ha formado en los terminales metálicos impedirá, cuando vayan a ser soldados, que el estaño fundido entre en contacto íntimo con ellos y la sujeción que queremos imprimir a la unión quedará notablemente disminuida.

Para eliminar estas capas de óxido se vende en los comercios unos tarritos de «pasta desoxidante» que aplicando una pequeñísima porción en las partes a soldar, consigue dejarlas completamente limpias, mejorando, por otra parte, la fluidez y presentación del estaño depositado.

No obstante las propiedades comentadas de las pastas desoxidantes, algunas importantes empresas fabricantes de Kits de electrónica advierten, antes del montaje, que queda anulada cualquier garantía y responsabilidad si el cliente usa cualquier aditivo o pasta al soldar los circuitos.

Para conseguir las propiedades de las pastas desoxidantes, en la mayoría de los casos, el producto contiene sustancias ácidas, las cuales tienen un gran poder corrosivo, que ataca el estaño de la unión haciéndole perder rigidez. Además, estos ácidos son sustancias buenas conductoras de la electricidad y al aplicarlas antes de fundir el estaño podemos esparcirla abundantemente y por medio de ella poner en contacto eléctrico dos puntos del circuito que deban estar aislados, y producir un «cortocircuito».

> La mejor forma de conseguir una buena soldadura es limpiar previamente las zonas a unir, o estañarlas, y calentarlas lo suficiente con la punta del soldador hasta que adquieran la temperatura que requiere la fusión del estaño.

De lo que se deduce, que tampoco se recomienda usar pastas ni aditivos para realizar las soldaduras. Sólo en casos difíciles, en los que las superficies a unir estén muy sucias y oxidadas y no sea posible limpiarlas con carda, lima o lija, puede estar justificado el uso de la pasta desoxidante.

LECCION 3

RESISTENCIAS

INTRODUCCION

Conocida teóricamente la misión o finalidad de las resistencias eléctricas, vamos a conocer su constitución interna, sus tipos y la manera de averiguar su valor.

Las resistencias se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1.°) *Resistencias fijas.* Las que mantienen siempre invariable su valor.

2.°) *Resistencias variables.* Las que disponen de un mando para poder alterar el valor de su resistencia eléctrica.

CARACTERISTICAS PRACTICAS DE LAS RESISTENCIAS

Son componentes que presentan siempre la misma oposición al paso de la corriente eléctrica. En realidad, todos los cuerpos presentan cierta resistencia a la corriente de electrones, unos en mayor grado que otros.

Las características que definen la calidad y comportamiento de las resistencias son las siguientes:

Normalización de valores

No se fabrican ni existen en los comercios resistencias de cualquier valor óhmico, porque esto supondría almacenar y clasificar

millones de resistencias. Por otro lado, disponiendo de una gama variada y sabiendo acoplarlas en serie y en paralelo, podemos conseguir cualquier valor.

A continuación exponemos los valores normalizados, de 10 a 100:

$\underline{10}$ - 11 - $\underline{12}$ - 13 - $\underline{15}$ - 16 - $\underline{18}$ - 20 - $\underline{22}$ - 24 - $\underline{27}$ - 30 -

$\underline{33}$ - 36 - $\underline{39}$ - 43 - $\underline{47}$ - 51 - $\underline{56}$ - 62 - $\underline{68}$ - 75 - $\underline{82}$ y 91

Dentro de los valores normalizados, los números alternos marcados con una raya se encuentran con tolerancia del 10 % y todos con tolerancia del 5 %, factor que comentaremos más adelante.

Los valores normalizados de la tabla anterior se pueden encontrar también en sus múltiplos: × 10, × 100, × 1.000, × 10.000, × 100.000 y × 1.000.000.

Las resistencias que se salgan de los valores normalizados se fabrican de encargo, pero a un precio mucho mayor.

TOLERANCIA

Es el grado de error previsible en el valor de una resistencia. Por ejemplo, si una resistencia de 100 Ω tiene una tolerancia del 10 %, quiere decirse, que sobre el valor indicado de 100 Ω se admite un error en más o en menos de 10 Ω por cada 100 Ω (entre 90 y 110 Ω podrá estar comprendido el valor de la resistencia).

Cuanto menor es la tolerancia, mayor es la exactitud que se garantiza, pero a costa de elevar su precio.

En electrónica se usan 3 tipos de tolerancias para resistencias: 20, 10 y 5 %, siendo la más corriente el 10 %. La del 5 % se usa en casos de necesitar gran precisión y las del 20 % no es recomendable utilizarlas.

POTENCIA DE LA RESISTENCIA

Según la intensidad que pase por una resistencia, en ella se genera una cantidad de calor proporcional, según la fórmula $I^2 \times R$.

Dicho calor ha de disiparse a través de la superficie de la resistencia hasta el aire que la rodea. Por tanto, si la superficie y dimensiones de la resistencia no están adecuadas al calor que debe desalojar, habrá una concentración en su interior que acabará quemándola y destruyéndola.

En la práctica y como valores usados de potencia de disipación se encuentran de 1/3, 1/2, 1 y 2 W. También se encuentran resistencias con disipaciones mayores, pero no son de uso general.

Por tanto, al pedir una resistencia en un establecimiento hay que proporcionar al dependiente, además del valor que deseamos que tenga, la potencia de disipación.

OTRAS CARACTERISTICAS DE LAS RESISTENCIAS

Temperatura. El valor de una resistencia cambia con la temperatura; en general, los cuerpos aumentan su resistencia al elevarse la temperatura, aunque hay excepciones.

Tensión aplicada. Según la tensión que se aplica a una resistencia varía un poco su valor. A este dato se le denomina *coeficiente de tensión.* Existe una tensión máxima que no debe sobrepasarse al trabajar una resistencia.

Ruidos. El movimiento arbitrario de electrones en el interior de la resistencia origina una pequeña tensión de alta frecuencia, denominada «ruido». En algunos casos interesa que el nivel de este ruido sea muy bajo y hay que usar resistencias que lo evite.

Otros datos de las resistencias son su aptitud para ser soldadas, su duración estando almacenadas sin trabajar, la capacidad que aparece entre sus extremos, la pequeña inductancia que origina al crear campos magnéticos las intensidades que la atraviesan, frecuencia máxima de trabajo, el grado de humedad permisible, etc.

CODIGO DE COLORES

Generalidades

Tanto los condensadores como las resistencias presentan en una gran mayoría una serie de franjas de colores dibujadas en su

cuerpo. Estas indican su valor en ohmios y picofaradios, respectivamente. En esta lección se tratará de la interpretación, mediante el código normalmente utilizado, de los valores de ambos elementos citados, base fundamentalísima para el técnico.

SIGNIFICADO DE LOS COLORES

Cada color significa un número, de acuerdo con el siguiente código:

NEGRO	0	VERDE	5
MARRON	1	AZUL	6
ROJO	2	VIOLETA	7
NARANJA	3	GRIS	8
AMARILLO	4	BLANCO	9

El significado numérico de cada color es el mismo en las resistencias que en los condensadores. Por ejemplo, el verde es 5 en resistencias y también 5 en condensadores.

IDENTIFICACION DE RESISTENCIAS

Las resistencias suelen estar formadas con carbón, presentándose en forma cilíndrica con cuatro franjas circulares de diferentes colores, colocadas transversalmente. Ello queda representado en la figura.

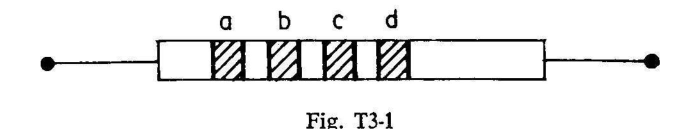


Fig. T3-1

Los colores se empiezan a contar desde la franja más próxima a un extremo, de la siguiente manera:

a) La primera franja indica la primera cifra de su valor.
b) La segunda franja indica la segunda cifra de su valor.

c) La tercera franja indica el número de ceros que hay que añadir a las dos cifras halladas para conocer el valor de la resistencia *expresada en ohmios.*

d) La cuarta franja indica la tolerancia, es decir, el tanto por ciento en que su valor real puede diferir, en más o en menos, del teórico indicado por los restantes colores. Este tanto por ciento se identifica de la siguiente manera:

1.°) ORO ... ... 5 %
2.°) PLATA ... ... 10 %
3.°) NADA . ... 20 %

EJEMPLO

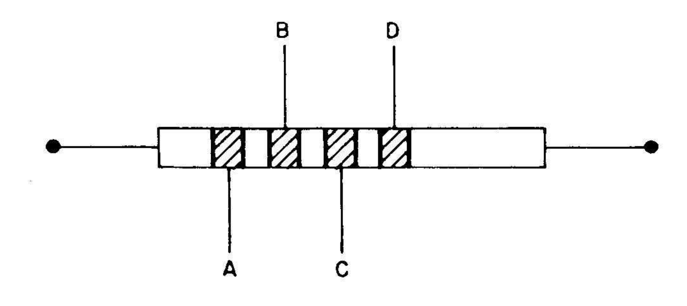


Fig. T3-2

A) Color ROJO.
B) Color ROJO.
C) Color NEGRO.
D) Color ORO.

VALOR: 22 ohmios, con 5 % de tolerancia.

NOTA: El color negro de la tercera franja indica que *no hay que añadir ningún cero* al número indicado por las otras dos cifras.

OTRAS RESISTENCIAS

Aunque la mayor parte de las resistencias que se emplean corresponden a lo expuesto, nos podemos encontrar con otro tipo, ya en franco desuso, pero que conviene saber.

En este tipo, el cuerpo de la resistencia, tubular también, viene completamente pintado de un determinado color. En el centro hay un pequeño círculo de otro color, estando asimismo los extremos pintados de diferentes maneras.

El color del cuerpo indica la primera cifra; un extremo, la segunda, y el círculo central, el número de ceros a añadir; el otro extremo indica la tolerancia. No hay problemas para reconocer el extremo de tolerancias, pues debe ser oro o plata.

El significado numérico de los colores es el mismo que el antes descrito, de igual forma el valor viene expresado en ohmios.

EJEMPLO

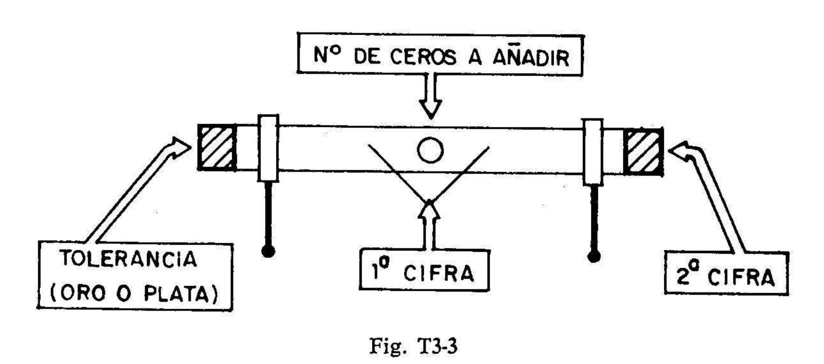


Fig. T3-3

AMPLIACIONES

Lo que se ha indicado hasta aquí corresponde a resistencias de pequeño vataje (1/2 W, 1 W). Existen, sin embargo, otros tipos de grandes disipaciones de calor (3 W, 10 W), cuyo valor viene indicado en su cuerpo directamente por medio de cifras, sin usar el código de colores. Estas suelen ser bobinadas, es decir, formadas

por hilo muy fino enrollado, que se usan sobre todo en fuentes de alimentación o para polarización por cátodo.

En general, el vataje de una resistencia está en razón directa de su tamaño; resistencias de tamaño reducido corresponden a cualquier valor óhmico, pero son con toda seguridad de pequeño vataje. Por el contrario, aquéllas cuyo tamaño sea grande (varios centímetros de longitud) son capaces de desprender mucho calor de forma permanente, sin quemarse.

LECCION 4

EL APARATO DE MEDIDA

IMPORTANCIA DEL POLIMETRO

Las magnitudes que hay que conocer para la puesta en marcha, comprobación y localización de averías en un circuito eléctrico o electrónico son principalmente las que relaciona la Ley de Ohm, o sea, voltaje, intensidad y resistencia.

Así como la herramienta que requiere el montaje de aparatos electrónicos, con carácter primordial, es el soldador, una vez fabricados y para su puesta a punto o reparación se necesita un aparato que mida el valor de las variables que condicionan su funcionamiento. A dicho aparato de medida se denomina usualmente voltímetro, tester o polímetro.

Un polímetro adecuado ha de ser capaz, no sólo de medir tensiones, intensidades y resistencias en varias escalas, sino también la capacidad de los condensadores, aparte de otras magnitudes de importancia secundaria.

EL CORAZON DEL POLIMETRO

Normalmente el polímetro dispone de dos puntas de prueba que se aplican al elemento que deseamos medir. Al aplicar dichos terminales entre los extremos del componente, una aguja se desplaza por unas escalas graduadas y nos indica el valor de la magnitud que buscábamos y que previamente hemos avisado al apa-

rato (voltios en c.c. y c.a., amperios o mA en c.c. o c.a., ohmios o kilohmios, picofaradios, etc.).

Para el funcionamiento de un polímetro, en principio hay que colocarlo en la posición adecuada para que mida la magnitud que necesitamos, así como la escala adecuada, según el valor de la misma. Posteriormente hay que saber interpretar la posición en que queda la aguja y el valor que indica.

El movimiento de la aguja se consigue al girar un núcleo sobre el que va arrollada una bobina que es cortada por un campo magnético producido por un imán. El movimiento de desviación que realiza la bobina arrollada sobre el núcleo es debida a la Ley del electromagnetismo, por la que un conductor, en este caso las espiras, atravesado por una corriente eléctrica y que a la vez lo corta un campo magnético, sufre una fuerza que provoca su movimiento, cuyo valor y sentido dependen del valor y sentido de la intensidad eléctrica, pues el campo magnético es constante, ya que suele ser producido por un imán permanente y fijo.

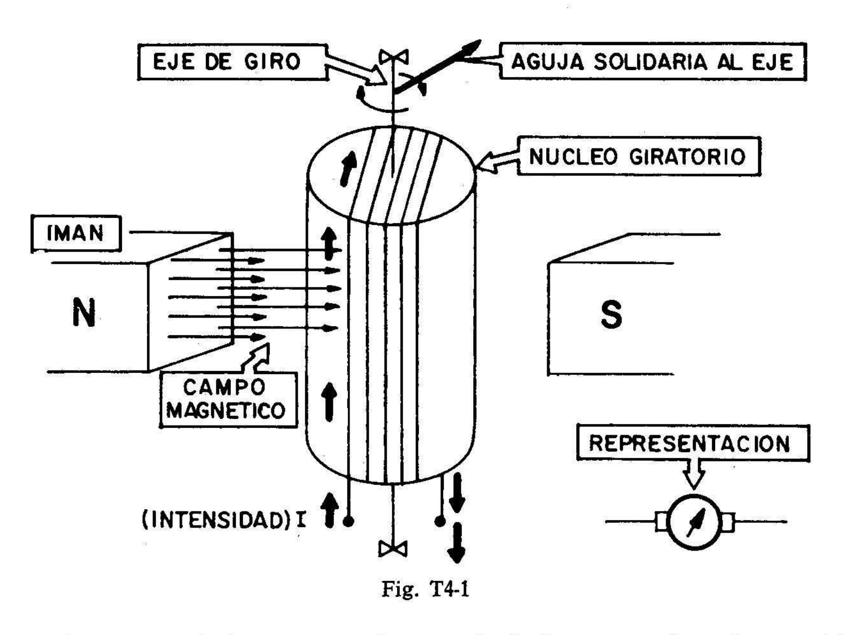


Fig. T4-1

Si la intensidad que circula por la bobina cambia de sentido, también lo hace el de giro: por lo tanto, la deflexión del núcleo es proporcional al valor de la intensidad.

CIRCUITO DEL POLIMETRO PARA MEDIR RESISTENCIAS

Interiormente el aparato de medida dispone de una pila, que generalmente suele ser de 1,5 V, tubular y del tipo hermético. Para averiguar el valor de una resistencia, se coloca en serie con la pila un potenciómetro accesible desde la tapa frontal (fig. T4-2).

La escala de ohmios o kilohmios del polímetro está invertida, respecto al resto de las escalas, o sea, el O lo tiene a la derecha, mientras que a la izquierda marca ∞ ohmios (resistencia infinita).

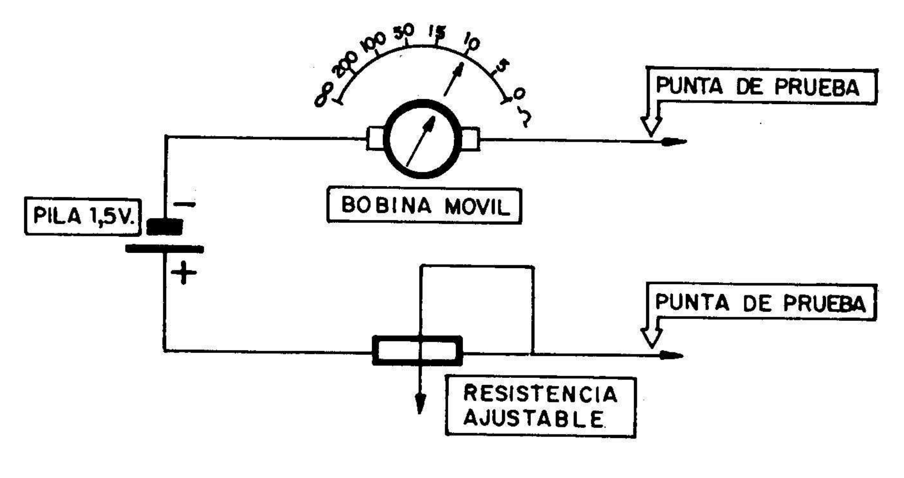


Fig. T4-2

Antes de medir una resistencia hay que realizar en el polímetro la operación denominada «ajuste de cero», que consiste en hacer que la aguja marque 0 Ω cuando se tocan entre sí las dos puntas de prueba (fig. T4-3).

Según el tipo de bobina que sea, para conseguir la desviación total de la aguja se precisa cierta intensidad. Supongamos que precisa 1 mA la bobina para que su giro haga que la aguja que tiene enclavada en su eje quede encima de 0 Ω.

En el circuito eléctrico la pila de 1,5 V proporciona la tensión y la bobina y el potenciómetro ajustable la resistencia del mismo.

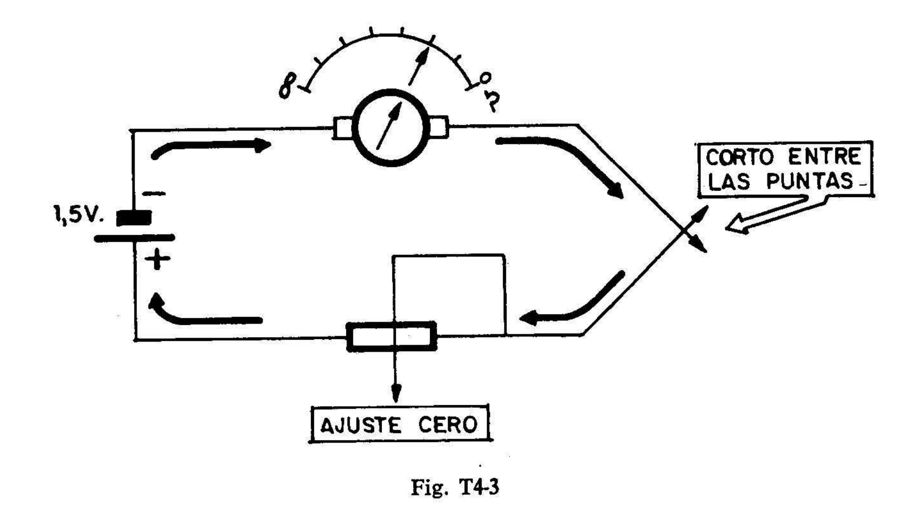


Fig. T4-3

Para que pase 1 mA, la resistencia ha de valer:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{1{,}5}{0{,}001} = 1.500\ \Omega$$

Si consideramos que la bobina tiene 100 Ω, el potenciómetro ajustable ha de valer 1.400 Ω, para que entre los dos componentes den una resistencia total de 1.500 Ω.

En la práctica el ajuste de cero se hace viendo la posición de la aguja y moviendo el potenciómetro hasta que se consiga dejarla justamente encima de 0 Ω.

Una vez realizado el ajuste de cero se coloca entre las puntas de prueba la resistencia a medir, con lo que la intensidad que circula disminuirá, al mantenerse la tensión y aumentar la resistencia. Si ésta tiene 1.500 Ω el circuito quedará de la siguiente forma:

La intensidad que pasa por la bobina del aparato y la hace girar valdrá en este circuito:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1{,}5}{100 + 1.400 + 1.500} = 0{,}0005\ \text{A}$$

$$\boxed{I = 0{,}5\ \text{mA}}$$

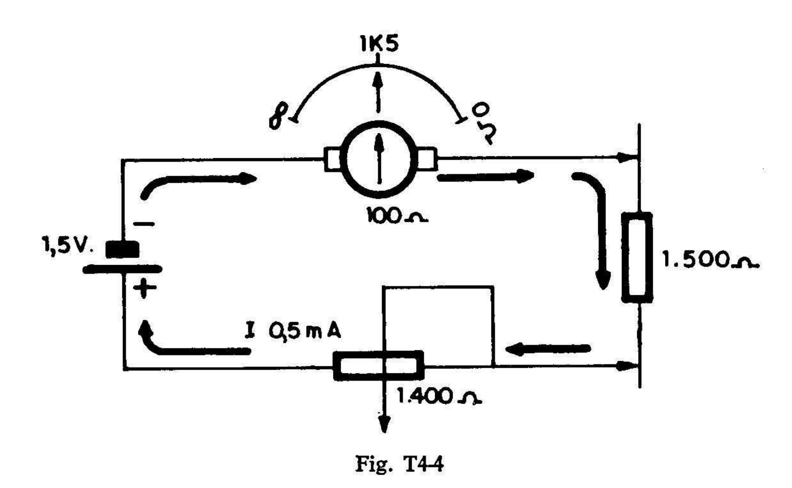


Fig. T4-4

Luego la intensidad es la mitad que la que pasó con el ajuste de cero y la deflexión total, por lo que la aguja irá aproximadamente hacia la mitad de la escala, en donde indicará 1.500 Ω, que es el valor de la resistencia medida.

MEDIDA DE TENSIONES CONTINUAS

Ahora el polímetro no hace trabajar a su pila interna para que circule intensidad por la bobina móvil, sino que de esto se encarga la propia tensión medida.

Como por la bobina no puede pasar, siguiendo el ejemplo del caso anterior, más de 1 mA y las tensiones que hemos de medir son muy variables y pueden oscilar entre algunos pocos voltios hasta 1.000, hemos de tener varias tomas en el polímetro, según la tensión a probar, para que la intensidad nunca supere 1 mA.

La escala del polímetro va aumentando el valor del voltaje hacia la derecha, es decir, al contrario que en la escala de ohmios.

En la figura, al polímetro se le han dado tres campos de medida: En el 1.º sólo puede medir hasta 10 V; en el 2.º, hasta 100 V como máximo, y en el 3.º, hasta 1.000 V (fig. T4-5).

Si examinamos la toma de 10 V, en el circuito se encuentran la resistencia de 9.900 Ω más los 100 Ω de la bobina, o sea, una re-

sistencia total de 10.000 Ω. Cuando se apliquen 10 V, la intensidad que circula será:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{10.000} = 1 \text{ mA}$$

Si aplicásemos en esta toma más de 10 V, la intensidad que pasaría por el circuito sería mayor de 1 mA, con lo que la bobina se quemaría y la aguja al desviarse más que al máximo, puede doblarse en el tope final que existe.

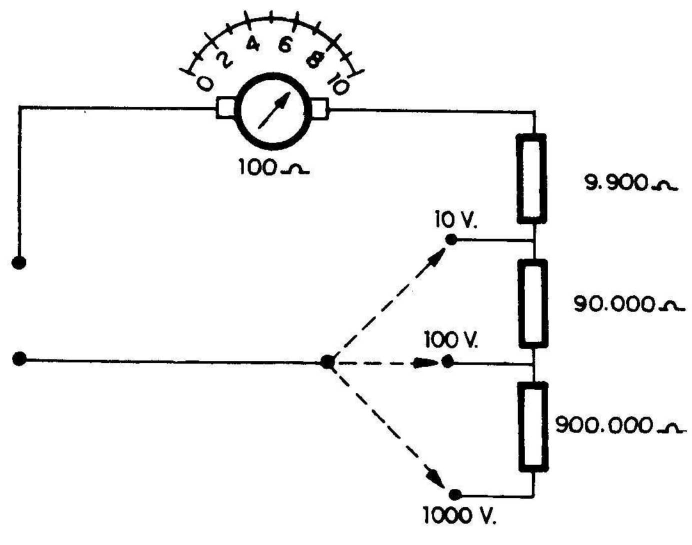


Fig. T4-5

En la escala de 100 V la resistencia del circuito es de 100.000 Ω y en la de 1.000 V de 1.000.000 Ω.

Hasta 10 V se mide en la escala de 10 V. De 10 a 100 V, en la de 100 V y de 100 hasta 1.000 V, en la de 1.000 V. En caso de no conocer el valor de la tensión a medir se comienza por la escala más alta, de 1.000 V, y se va bajando hasta conseguir medir con la máxima precisión.

Supongamos que medimos la tensión de 5 V que proporciona una pila. Para que la intensidad circule por la bobina en sentido adecuado (en caso contrario la aguja iría para atrás) hay que apli-

car la punta roja del polímetro al polo positivo y la negra al negativo.

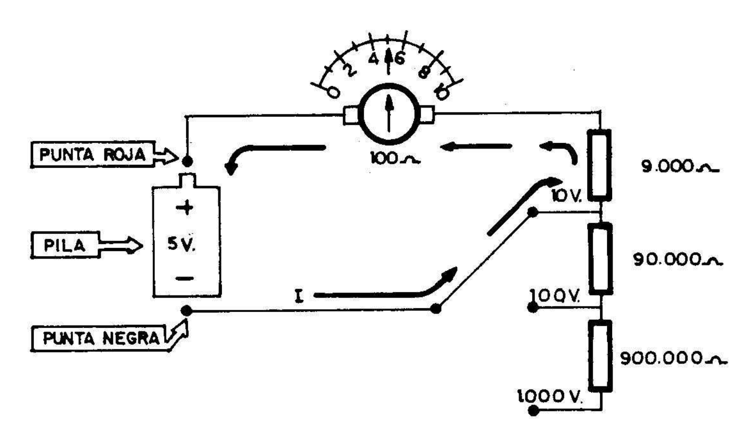


Fig. T4-6

Al aplicar 5 V en el margen de 10 V, la intensidad que circula será:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{10.000} = 0{,}0005 \text{ A}$$

$$\boxed{I = 0{,}5 \text{ A}}$$

La aguja marcará el centro de la escala que indica su valor: 5 V.

La escala está graduada de 0 a 10 V, por lo que si tuviésemos que medir en el campo de 100 V habría que multiplicar por 10 el valor indicado en la escala. Mientras que en el campo de 1.000 V hay que multiplicar por 100 el valor que marca la aguja.

También se puede conseguir medir con el aparato tensiones de c.a. con un circuito similar al explicado para la c.c., pero añadiendo dos diodos semiconductores que rectifiquen la c.a. y pase la intensidad por la bobina en el mismo sentido en los dos semiciclos.

MEDIDA DE INTENSIDADES CONTINUAS

Para medir intensidades hay que procurar, como siempre, que en cada campo que dispongamos la intensidad máxima que pase por la bobina sea de 1 mA. Por tanto, para medir intensidades superiores a 1 mA, hay que poner en paralelo con la bobina una resistencia por la que circule la parte de intensidad que supere el miliamperio.

El esquema para tres campos, o medidas máximas de intensidad, es de la siguiente forma:

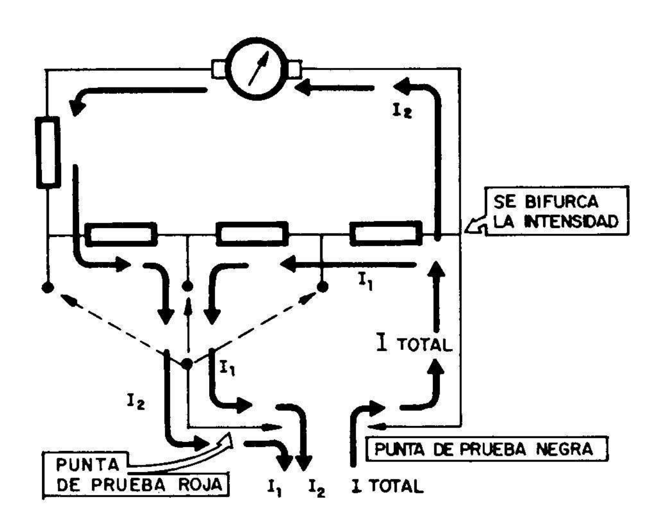


Fig. T4-7

«Es importante tener en cuenta, que para que el polímetro mida la intensidad en un punto hay que abrir el circuito por dicho punto, debiendo entrar la intensidad por la punta negra y salir por la roja.»

Por ejemplo, para medir la corriente que pasa por un circuito formado por una pila de 10 V y dos resistencias de 500 Ω, el polímetro se ha de poner así:

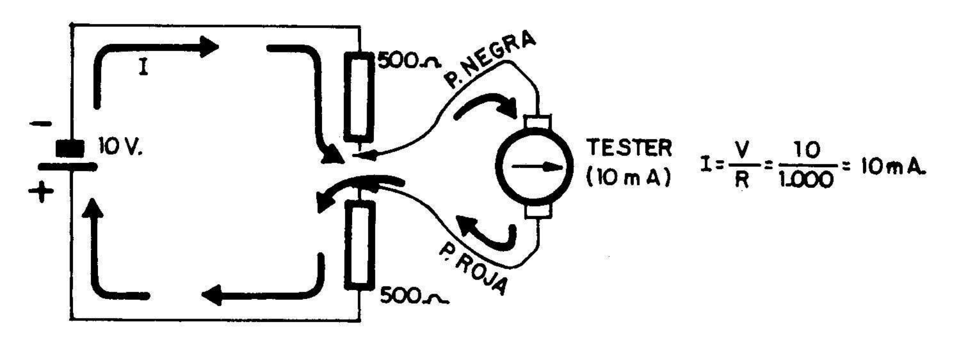


Fig. T4-8

EXACTITUD DEL POLIMETRO

Cuando queremos medir la tensión que existe entre extremos de una resistencia y aplicamos el polímetro, lo colocamos en paralelo con ella y se desvirtúa el valor de la resistencia, ya que el polímetro tiene también otra interna que queda conectada en paralelo y que rebaja el valor de la equivalente de ambas y también de la tensión entre sus extremos. Cuanto más pequeña sea la resistencia interna del polímetro, mayor será su inexactitud, pues ya hemos visto que dos resistencias en paralelo equivalen a otra más pequeña que la menor de las dos.

Los polímetros corrientes tienen una resistencia interna de 1.000 Ω por cada voltio del margen que usemos. Los polímetros profesionales deben tener cuando menos 20.000 Ω/V.

DESCRIPCION DE UN MULTITESTER

Modelo: CENTRAL C-7.301-AN

ESPECIFICACIONES

Escalas de tensión continua (DC V): 0 - 10 - 250 - 1 KV.
Escalas de tensión alterna (AC V): 0 - 10 - 250 - 1 KV.
Corriente continua (DC mA): 250 mA.
Resistencia: Hasta 300 kilohmios.
Calidad y precisión: 1.000 ohmios/voltio.

INTRODUCCION

El modelo de multitester o polímetro que se presenta no es de gran precisión, puesto que su característica de 1.000 Ω/V está por debajo de las que profesionalmente son necesarias (10.000 a 20.000 Ω/V); sin embargo, la sencillez de manejo y su calidad hacen de este aparato el ideal para el aprendizaje.

Está preparado para efectuar medidas de tensiones continuas y alternas hasta 1.000 V; puede medir resistencias hasta 300 KΩ y corrientes continuas hasta 250 mA.

Este tester es de una gran sencillez de manejo, pues la única operación necesaria para efectuar una medición es colocar adecuadamente las puntas roja y negra en los orificios correspondientes. A este objeto, el aparato posee siete agujeros, de los que el de la derecha, señalado por - COM, sirve para insertar la punta negra cuando se desee medir tensiones y corrientes continuas o resistencias; el agujero que hay a su lado, AC V, sirve para insertar la punta negra para medida de tensiones alternas, o sea, que la punta negra siempre se alojará en uno de estos dos agujeros. La punta roja se introduce en el orificio de la izquierda, señalado por Ω, si se va a medir el valor de una resistencia; en el 2.°, 3.° ó 4.° orificios comenzando por la izquierda, DC & AC V, para medir tensiones ya sean de continua o de alterna, o en el orificio que indica DC mA si se desea conocer la intensidad de c.c.

Fotografía del panel frontal del polímetro Central C-7.301-AN

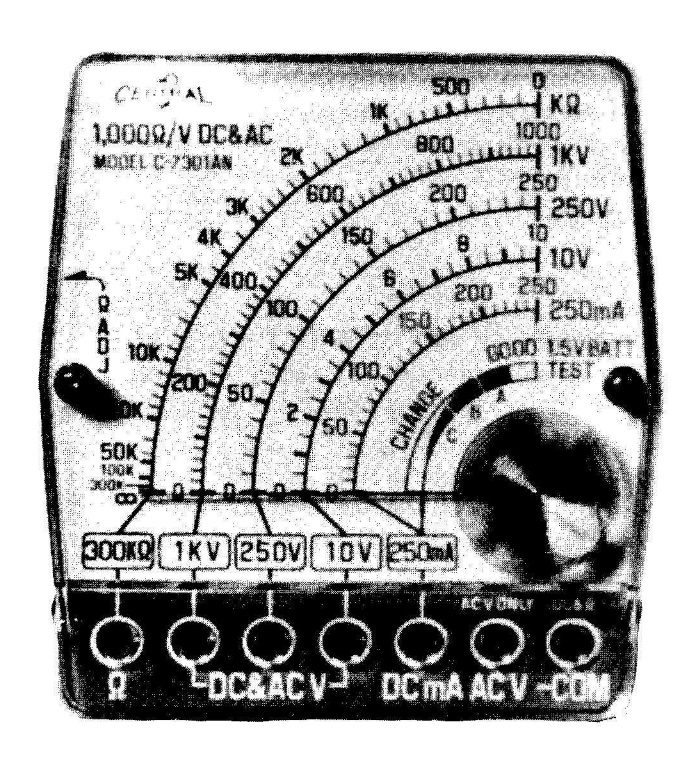


Foto T4-1

COMPROBACION DEL ESTADO DE LA PILA INTERNA

Para poder medir resistencias, todos los polímetros llevan en su interior una pila que en el modelo que se describe es de 1,5 V y que conviene sustituir cuando va desgastándose y bajando su voltaje. Para saber el estado de la pila, se coloca la punta roja en el orificio que pone Ω y la punta negra en el que pone DC mA. Al tocar entre sí los terminales libres de las puntas, la aguja sube hacia el final de la escala. Si la pila interna está en buenas condiciones la aguja del tester quedará encima de la zona en donde pone en inglés GOOD (Buena) sobre la escala más inferior; por el contrario, será conveniente reemplazarla si queda la aguja sobre la zona marcada por CHANGE (Cambio).

Obsérvese que en este polímetro, al igual que todos los aparatos y equipos electrónicos, todas las indicaciones vienen en idioma inglés, que es el usado en electrónica internacionalmente. Además de las palabras comentadas en la escala usada para conocer el estado de la pila interna, GOOD: Buena y CHANGE: Cambio, hay que tener muy en cuenta que Corriente Continua se expresa por las abreviaturas inglesas DC y Corriente Alterna por AC.

AJUSTE DE LA POSICION DE LA AGUJA EN REPOSO

Antes de efectuar ninguna medición, hay que comprobar que la aguja del aparato cae exactamente encima de los ceros de todas las escalas, excepto de la superior, que deberá caer encima de infinito ∞. Si no sucede así se mueve con un destornillador suavemente el botoncito de plástico que hay sobre el frontal del aparato y cerca del eje de giro de la aguja, hasta conseguir situarla sobre la posición mencionada.

MEDIDA DE RESISTENCIAS

Las resistencias cuya valor sea inferior a 300 KΩ pueden medirse en este aparato con bastante exactitud.

Las operaciones a realizar para medir una resistencia son las siguientes:

a) *Colocación de las puntas*

La punta negra se introduce en el orificio de la derecha - COM. La punta roja en el orificio de la izquierda marcado por Ω.

b) *Escala de lectura*

El valor de la resistencia viene dado en la escala superior, numerada desde ∞ a 0.

c) *Ajuste de ohmios*

Una vez introducidas en sus orificios las dos puntas de prueba, los terminales más largos que quedan libres se tocan entre sí, en cuyo momento deberá subir la aguja hacia el 0 de la escala. Como hemos cortocircuitado los dos terminales, la resistencia que debe marcar el aparato ha de ser de 0 Ω exactamente, hecho que no sucede en general, por lo que para evitar este error y hacer coincidir sobre el cero la aguja indicadora, dispone el polímetro de un botón giratorio en la cara lateral izquierda, que moviéndolo suavemente nos llevará la aguja exactamente encima del 0, a no ser que la pila interna del aparato estuviese desgastada.

d) *Medida de la resistencia*

Una vez realizado el ajuste de ohmios, se separan los dos terminales de las puntas que estaban cortocircuitados y se coloca entre ellos el componente del que se desea saber su valor óhmico. Al sujetar el componente no debe hacerse con ambas manos, pues quedaría en paralelo con su resistencia, la de nuestro cuerpo, desvirtuándose la medida.

La escala en la que se miden las resistencias no es lineal, por eso las divisiones que contiene representan diferentes valores en cada tramo de la escala, debiendo calcular el valor de las mismas según las que existan entre dos números seguidos.

Siempre que por vez primera se vaya a realizar la medida de una resistencia hay que comprobar el ajuste de los ohmios cortocircuitando los terminales para conseguir precisión en las medidas.

MEDIDA DE TENSIONES CONTINUAS (DC V)

Para medir voltajes de c.c. (DC V) existen tres escalas: 10 - 250 y 1 KV, estas cifras indican la tensión máxima que se puede medir en cada una de ellas. Así por ejemplo, usando la escala de 10 V

sólo se puede medir hasta un máximo de 10 V, pues la aguja al deflexionar al máximo marca 10 V y si la tensión fuese mayor al tratar de sobrepasar el tope máximo se doblaría y la bobina interna se quemaría.

Las operaciones a realizar son las siguientes:

a) *Colocación de las puntas de prueba*

La punta negra se introduce en el orificio marcado por - COM y la roja en el que tiene marcado 10 V, si la tensión a medir es inferior a 10 V, en el que marca 250 V si la tensión a medir está comprendida entre 10 y 250 V y en el de 1 KV si el voltaje oscila entre 250 y 1.000 V.

b) *Utilización de la escala de 10 V*

Sirve para medir voltajes entre 0 y 10 V. La punta negra se coloca en el agujero - COM y la roja en el que pone 10 V. La lectura se efectúa sobre la escala que hay encima de 10 V y que está dividida con la siguiente numeración: 0 - 2 - 4 - 6 - 8 y 10. En cada tramo numerado hay 2 V de diferencia y 4 separaciones, por lo que a cada una le corresponde 0,5 V. Como no es corriente que la aguja quede siempre sobre una raya en la que figure un número, hay que saber el valor de cada separación para poder realizar la lectura con exactitud.

c) *Escala de 250 V*

Se utiliza para medir voltajes entre 10 y 250 V, para ello se introduce la punta roja en el orificio marcado con 250 V y la negra se mantiene en el - COM. La lectura se realiza sobre la escala que queda sobre el orificio de 250 V y en la que figuran las siguientes numeraciones: 0 - 50 - 100 - 150 - 200 y 250. Como estos números significativos difieren entre ellos 50 V y entre los mismos hay cinco separaciones, a cada una de ellas le corresponden 10 V.

d) *Escala de 1 KV*

Se usa para medir tensiones comprendidas entre 250 y 1.000 V. La punta negra se sitúa en el agujero - COM y la roja en el que indica 1 KV, efectuándose la lectura sobre la escala que existe encima de este último orificio, dividida en 0 - 200 - 400 - 600 - 800 y 1.000. Como entre cada dos divisiones numeradas hay 200 V y 10 separaciones, a cada una le corresponden 20 V.

MEDIDA DE TENSIONES ALTERNAS (AC V)

Se realizan exactamente igual que las explicadas para c.c., sólo que en lugar de introducir la punta negra en el orificio - COM, ha de colocarse en el que pone AC V y encima de él «AC V ONLY» (Sólo para c.a.). La punta roja irá en los orificios de 10 - 250 y 1 KV, según el valor de la tensión alterna a medir.

MEDIDA DE CORRIENTES CONTINUAS (DC mA)

Este polímetro tiene capacidad para medir intensidades, sólo de c.c., hasta un valor máximo de 250 mA. Para ello se coloca la punta negra en el orificio - COM y la roja en el que pone DC mA y sobre él 250 mA, eectuando la lectura sobre la escala que aparece encima de dicho orificio, la cual está dividida en 0 - 50 - 100 - 150 - 200 y 250. Como entre cada dos cifras existe una diferencia de 50 mA y entre ellas cinco separaciones, a cada una le corresponden 10 mA.

Así como al medir tensiones y resistencias, los terminales largos de las puntas de prueba se colocaban entre los extremos del componente, quedando el tester en paralelo con él, cuando se quiere conocer la intensidad que pasa por un punto, hay que abrir el circuito en ese punto y colocar el aparato en serie, de forma que la corriente de electrones le penetre por la punta negra y salga por la roja. La destrucción del aparato es casi inevitable si se coloca el tester en paralelo con un componente del circuito en la escala DC mA.

Fotografía del circuito interno del polímetro Central C-7.301-AN

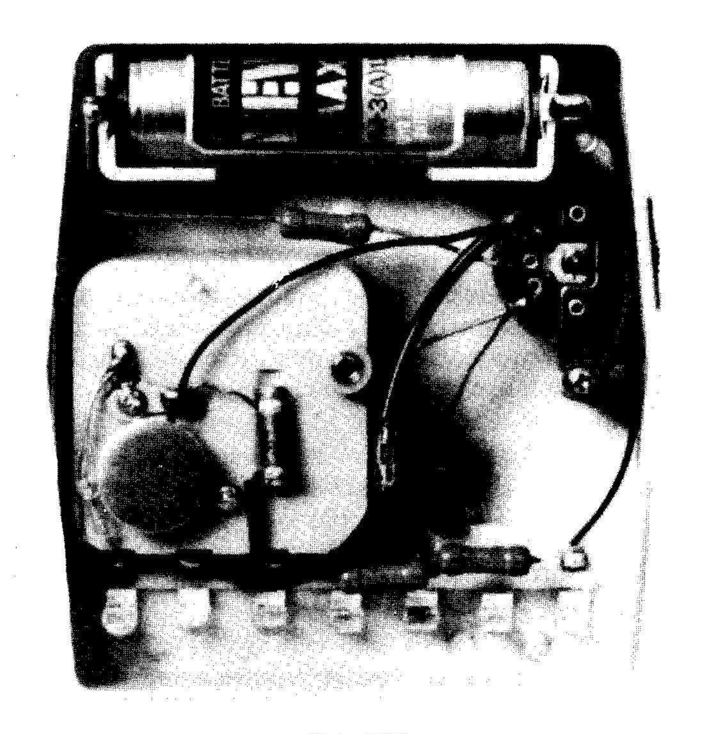


Foto T4-2

Esquema del circuito interno del Tester Central C-7.301-AN

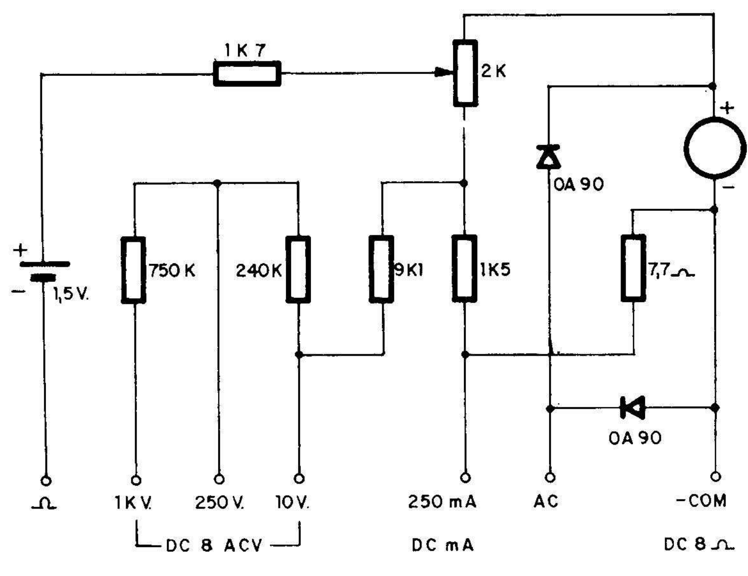


Fig. T4-9

MULTITESTER DE 1.000 Ω/V, MODELO LIFE LT-101

Las especificaciones de este modelo de polímetro son las siguientes:

Escalas de tensión continua: 0 - 10 - 50 - 250 y 1.000 V.

Escalas de tensión alterna: 0 - 10 - 50 - 250 y 1.000 V.

Corriente continua: 0 - 1 y 250 mA.

Resistencia: Hasta 150 Kilohmios.

Aunque de similares características y precisión al modelo CENTRAL anteriormente descrito, presenta la novedad que la selección de escalas no se realiza introduciendo las puntas de prueba negra y roja en diferentes orificios, sino que siempre se sitúan en los dos únicos agujeros que existen en la cara frontal del aparato, siendo la posición del selector giratorio de la parte inferior la que determina la escala elegida.

Esquema del circuito interno del Tester Life LT-101

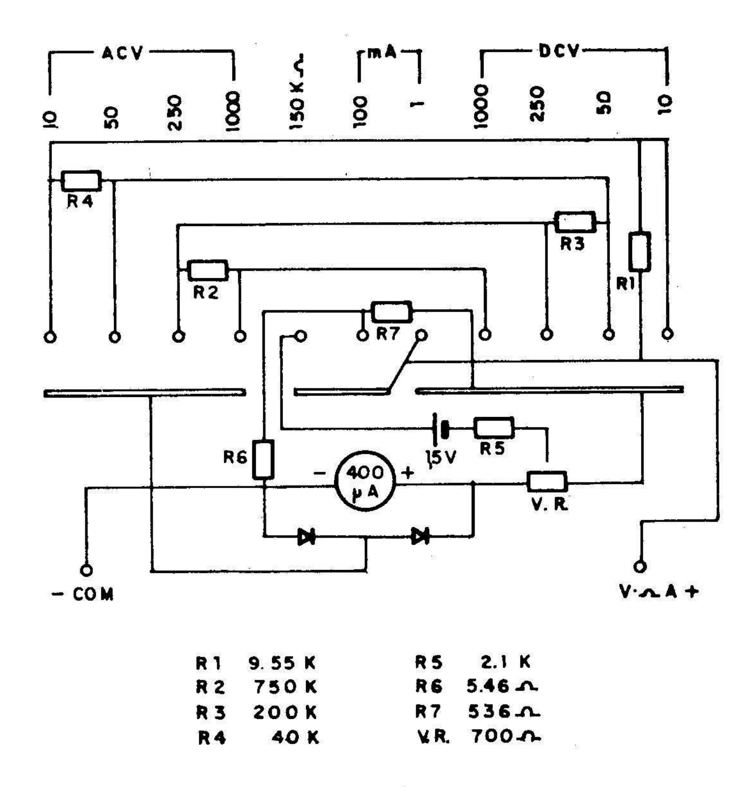


Fig. T4-10

Fotografía del panel frontal del polímetro Life LT-101

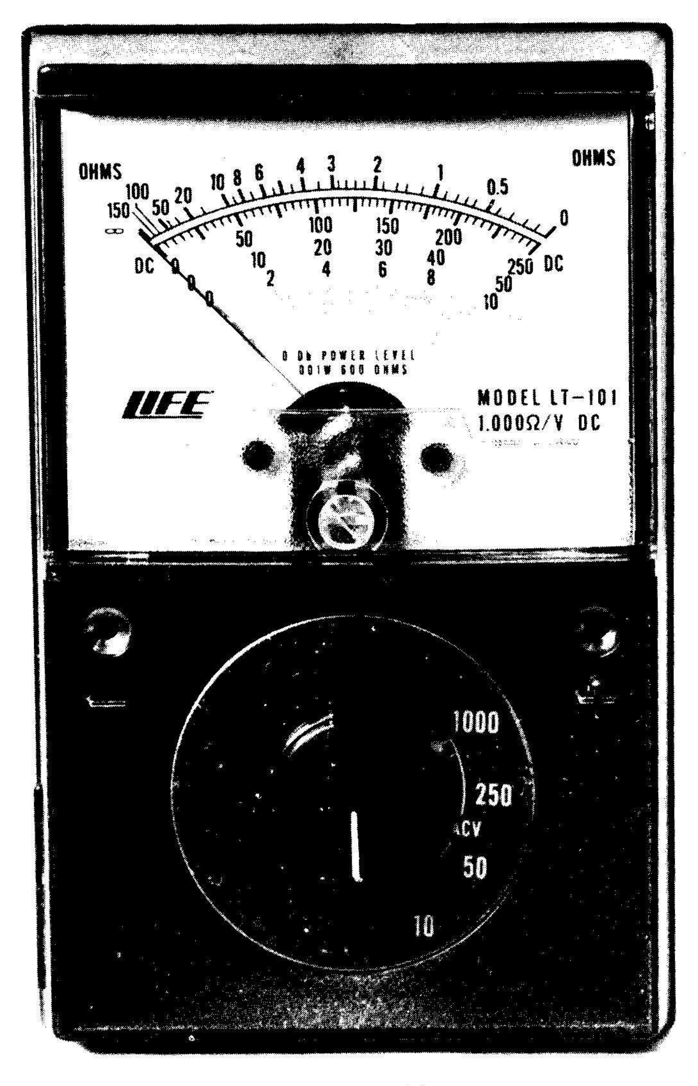


Foto T4-3

LECCION 5

GENERADORES DE CORRIENTE CONTINUA

PRINCIPIOS

A principios del pasado siglo, Volta descubrió que al poner en comunicación eléctrica dos metales aparecía entre ellos una diferencia de tensión. También comprobó que la forma más económica y eficaz de lograr esta tensión era colocar como metales el cobre y el cinc y entre ellos agua acidulada, o sea, con ácido sulfúrico.

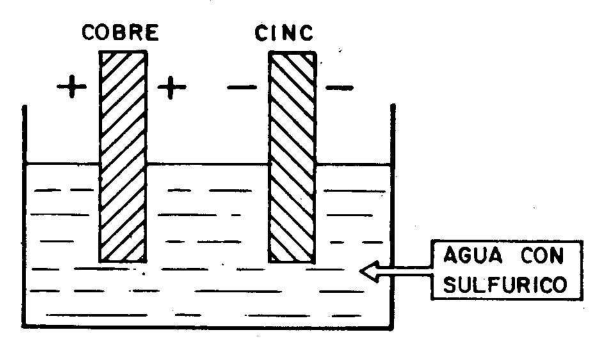


Fig. T5-1

El sulfúrico en presencia del agua se separa en dos partes, una con cargas negativas y otra con positivas. El cinc recoge y atrae

las cargas negativas, mientras que el cobre se encarga de las positivas. Estos metales reciben el nombre de electrodos, teniendo carácter positivo el cobre y negativo el cinc y existiendo entre ellos una diferencia de tensión, que es la que se utiliza en la práctica.

Con el tiempo y el funcionamiento de la pila, el ácido sulfúrico pierde su propiedad de descomponerse en el agua, por lo que la tensión que aparece entre los metales que forman el generador disminuye y hay que desechar su utilización.

Para alargar la duración de la pila se añade un despolarizante al agua acidulada, que se caracteriza por su alto grado de oxidación, como el bicromato potásico, etc.

LA PILA SECA

Para evitar la presencia siempre incómoda de líquidos, se consiguieron resultados positivos sustituyéndolos por productos húmedos de tipo pastoso.

La pila seca es un recipiente de cinc que hace de polo negativo, herméticamente cerrado, lleno de una pasta húmeda compuesta por una mezcla de cloruro de amonio, cloruro de cinc, bióxido de manganeso y carbón en polvo, y en su centro se halla alojado un cilindro de carbón que hace de electrodo positivo (fig. T5-2).

Entre la pasta húmeda y el recipiente de cinc que la contiene existe un papel impregnado de cloruro de amonio, que mantiene la humedad un tiempo prolongado.

El cinc se carga negativamente, o sea, forma el electrodo negativo, pues la pasta química le proporciona electrones. Por el contrario, la pasta roba electrones a la pastilla de carbón, originando en ella un potencial positivo.

Estas pilas secas suelen proporcionar 1,5 V, independientemente de su tamaño, pues este sólo afecta a su duración. Mientras la pasta conserve su humedad, la pila puede ser utilizada.

En los circuitos electrónicos es recomendable usar pilas herméticas garantizadas ante el escape de la humedad y componentes de su pasta, que al ser altamente corrosivos, si nos descuidamos en cambiar a tiempo la pila, ya agotada, destruirá gran parte de los componentes que forman el circuito.

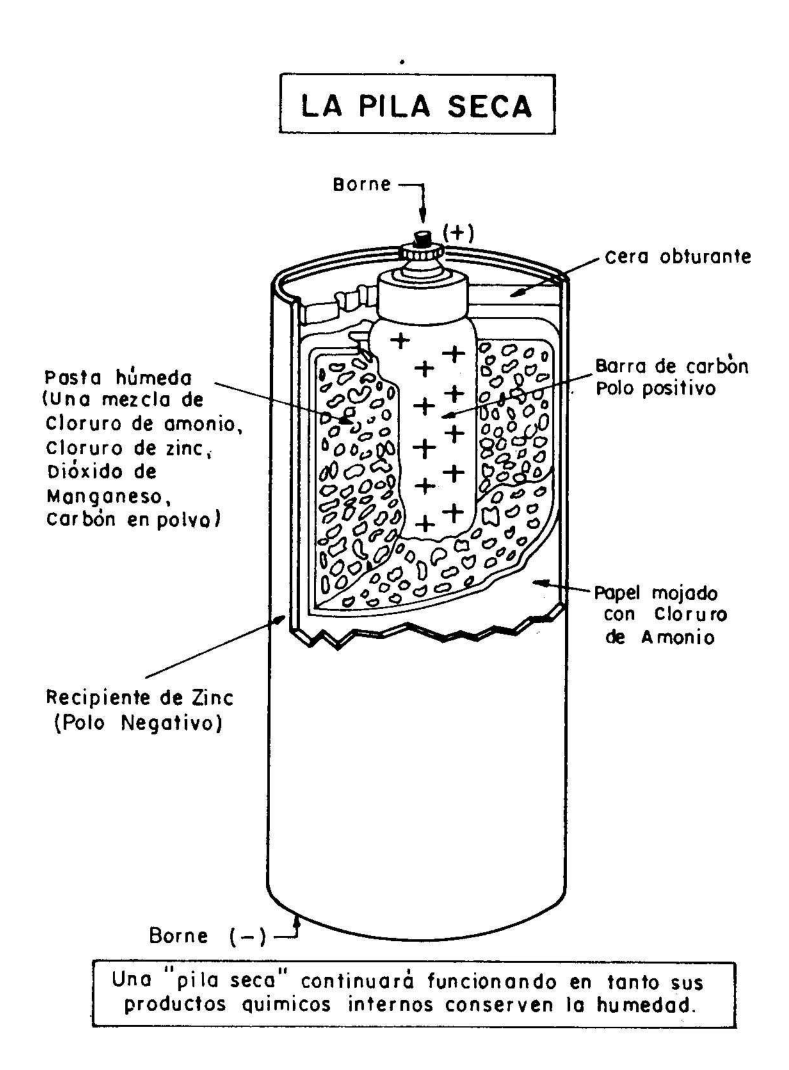

LA PILA SECA
Borne
(+)
Cera obturante
Pasta húmeda (Una mezcla de Cloruro de amonio, Cloruro de zinc, Dióxido de Manganeso, carbón en polvo)
Barra de carbòn Polo positivo
Papel mojado con Cloruro de Amonio
Recipiente de Zinc (Polo Negativo)
Borne (–)
Una "pila seca" continuará funcionando en tanto sus productos quimicos internos conserven la humedad.

Fig. T5-2

LOS ACUMULADORES

Son dispositivos muy conocidos por su aplicación en el automóvil, que acumulan la energía eléctrica en forma de energía química y la pueden restituir en cualquier momento. Por lo tanto, tienen dos fases diferenciadas: la carga y la descarga.

Su constitución es muy simple: constan de dos planchas de plomo sumergidas en agua con ácido sulfúrico diluido.

FASE DE CARGA

Cuando al acumulador se le aplica una tensión, entre los extremos de las placas de plomo, pasa una corriente por el líquido y lo descompone, atacando a la placa de plomo positiva, a la que hace perder oxígeno, mientras que lo precipita sobre la otra placa de plomo a la que teníamos conectado el terminal negativo.

Las placas de plomo, que tenían en principio sus superficies oxidadas debido a la reacción química aludida, se convierten en plomo puro, la que tenía conectado el terminal positivo, y en peróxido de plomo (oxidación en superficie oxidante), la que estaba unida al terminal negativo.

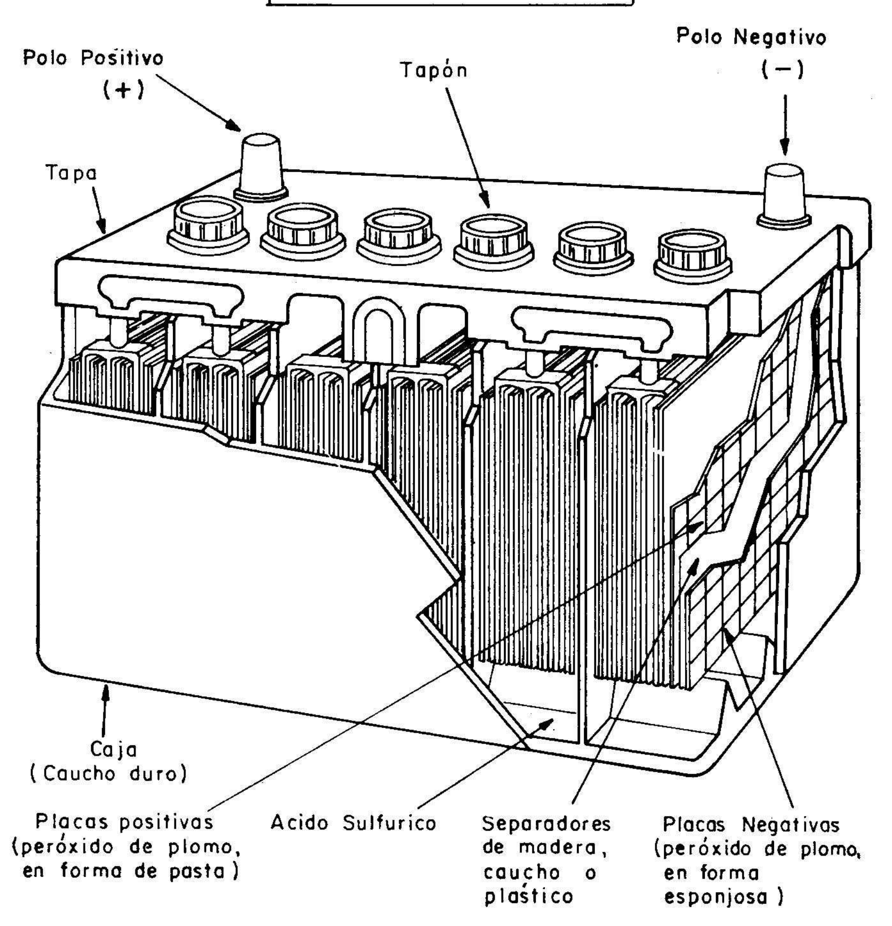
Entre estas dos placas transformadas químicamente aparece una tensión que es la que interesa aprovechar.

FASE DE DESCARGA

Una vez cargado el acumulador y realizada la transformación química descrita, si aplicamos entre sus dos electrones, que son las dos placas de plomo, un circuito, el acumulador se descargará, circulando una intensidad en sentido contrario a la que provocó su fase de carga.

Mientras el acumulador se descarga las placas de plomo se transforman en sulfato de plomo.

Dentro del acumulador se conectan entre sí por medio de unas varillas las placas de igual polo, o sea, las positivas, que son las de peróxido de plomo, y las negativas de plomo puro.



Este tipo de acumulador puede suministrar una elevada corriente durante largo tiempo y es posible volverlo a cargar.

Generalmente los acumuladores están encerrados en un recipiente de caucho o material plástico que evite la corrosión del ácido interior.

Para que las placas estén siempre sumergidas en el electrólito existen unos tapones en cada departamento que sirven para restituir el agua (destilada) consumida.

La gran ventaja de los acumuladores consiste en que si se les aplica nuevamente una tensión se recargan y las placas que lo forman pasan al estado primitivo, almacenando la energía eléctrica en forma de energía química.

LECCION 6

COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICA

INTRODUCCION

Tanto en domicilios como empresas, las compañías suministradoras de la energía eléctrica colocan contadores capaces de medir los Kilowatios-hora que se consumen. Dichas empresas para producir electricidad necesitan otra fuente de energía y lo que hacen es transformarla en energía eléctrica.

Las ventajas de la potencia que producen los electrones al pasar por los componentes adecuados, son, en la actualidad, muy importantes, comparadas con otras formas de energía. Entre sus principales características podemos citar:

1) No necesita almacenamiento: recibimos el suministro sólo cuando lo necesitamos.
2) El tiempo que se tarda en recibir y transormar la energía eléctrica es muy pequeño.
3) Aunque la electricidad es un movimiento de electrones, externamente los aparatos eléctricos son estáticos, pues los movimientos antes referidos son imperceptibles. Se exceptúan los aparatos tales como los motores, en los que tienen como misión producir los movimientos.
4) Comparada con otras formas habituales de energía, el peligro de su uso es pequeño.

5) Un coste preponderante en el suministro de electricidad es su transporte desde los centros de producción a los de consumo. Dicho transporte ha de hacerse con cables de cobre de elevado diámetro y enormes longitudes, lo que determina una estructura de los tendidos costosa y complicada.

Los centros productores de electricidad están ubicados, en términos generales, cerca de grandes masas de agua (grandes ríos o mares), bien porque la obtención de la electricidad se hace mediante la energía hidráulica almacenada en grandes embalses, bien porque aun siendo otros tipos de combustibles (carbón, fuel-oil, etc.) los que se usan en su obtención precisan grandes corrientes de agua para la refrigeración de los elementos en los que se produce la combustión. Lo mismo sucede con las centrales nucleares, que precisan grandes caudales refrigerantes para la utilización de la energía atómica.

Los puntos de consumo a veces están a cientos de kilómetros de los centros de producción, de donde se desprende que la instalación de las líneas que llevan la electricidad determina un importante apartado económico.

6) El costo de la energía eléctrica varía según la potencia contratada y la consumida (debido, entre otras razones, al motivo expuesto en el apartado anterior), según la aplicación de la misma (doméstico, alumbrado, industrial, etc.), según el correcto funcionamiento de los aparatos utilizados y otros factores más secundarios.

En la actualidad, año 1976, suponer que en un domicilio particular, el coste del KW/h se eleva a 5 pesetas se puede considerar excesivo. No obstante, usaremos este precio, sobre todo por su simplicidad y también porque en bastantes casos puede resultar real.

7) Los aparatos que transforman la electricidad en otras formas de energía son sencillos, rápidos y de larga duración.

Estas y otras propiedades de la energía eléctrica son las que han conseguido que su consumo aumente progresivamente y la investigación estudie la utilización de la misma logrando que día a día aparezcan mayores y más prácticas aplicaciones.

EJERCICIO PRACTICO

Para dar una idea, sólo muy aproximada, del cálculo del coste de la energía eléctrica, se presenta un ejemplo que se puede considerar típico.

En el plano dibujado se representa la distribución de un domicilio particular y los elementos eléctricos que en cada habitación existen.

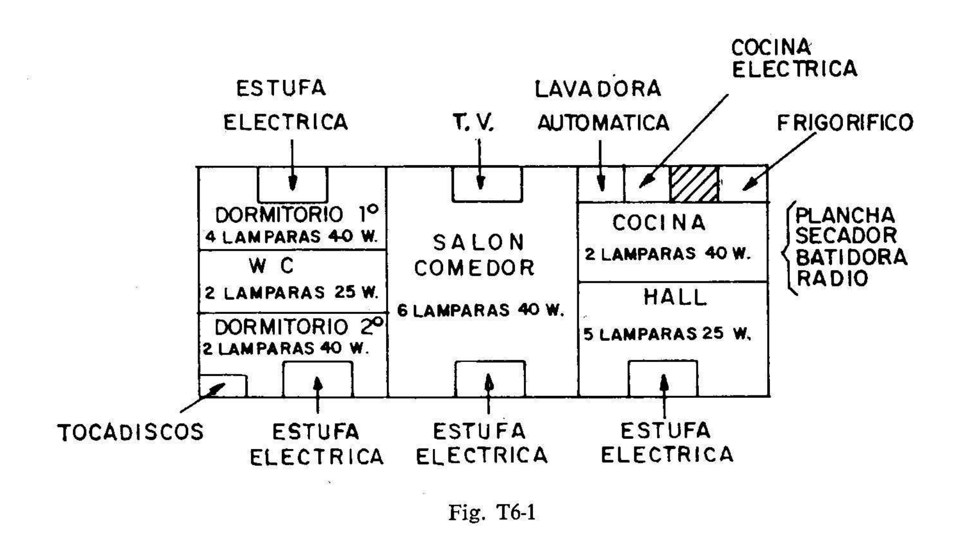


Fig. T6-1

Un dato muy interesante que siempre conocemos al hacer los cálculos es la tensión de que disponemos en la red. Supongamos que sean 220 V los que existen en nuestro ejemplo.

El coste dependerá en primer lugar de la potencia que consume cada aparato conectado, así como del tiempo que lo tengamos enchufado.

Para conocer la potencia de cualquier aparato eléctrico hay que buscar la placa de sus características. En la mayoría de los casos en esas indicaciones nos presentarán la potencia del elemento, pero siempre deberán existir los datos necesarios para poder sacar el valor de la potencia. Así, por ejemplo, si nos dicen que

una plancha tiene de resistencia interna 200 Ω y consume 1 A, la potencia se obtendrá,

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$$

$$P = I^2 \cdot R = 1^2 \cdot 200 = 200 \text{ W} = 0{,}2 \text{ KW}$$

A continuación se expone una tabla con los datos que existen en la placa y el resto de los mismos que hay que buscar para averiguar el coste de un recibo bimensual (2 meses). Se supone una utilización diaria de cada elemento, muy subjetiva, pues sin usar el contador es muy comprometido apreciar, con exactitud, la media de tiempo que se ha estado utilizando diariamente cada elemento.

Elemento	N.º	Tensión red	Datos placa			Potencia consumida por el aparato	Tiempo diario de utilización	Tiempo bimensual 60 días	Kw-hora	Coste total a 5 ptas. Kw/h
			Intensidad	Resistencia	Potencia					
Estufas	4	220			1.000 w	1.000 w=Kw	2 horas (Las 4 est. total)	120 h.	120	600
Lámparas 40 w	16	220			40 w	40 w=0,040 Kw	2 horas (Total de las 16)	120	4,8	24
Lámparas 25 w	7	220			25 w	25 w=0,025 Kw	1/2 hora (Total de las 7)	30	0,75	3,75
Lavadora	1	220	5 A	—	—	220×5=1.100 w=1,1 Kw	1/4 hora	15	16,5	82,5
Frigorífico	1	220	0,4 A	—	—	220×0,4=88 w	1 hora	60	5,2	26
Cocina	1	220		50 Ω		$\frac{220^2}{50}=968$ w	1/2 hora	30	29	145
TV	1	220	1 A	—	—	220×1=220 w	2 horas	120	26,4	132
Tocadiscos	1	220	0,2 A	—	—	220×0,2=44 w	1/2 hora	30	1,32	6,6
Plancha	1	220		110 Ω		$\frac{220^2}{110}=440$ w	1/2 hora	30	13,2	66
Secador	1	220			100 w	100 w=0,1 Kw	10 minutos	10	1	5
Batidora	1	220	0,3 A			220×0,3=66 w	5 minutos	5	0,33	1,65
Radio	1	220	0,1 A			220 × 0,1=22 w	1/2 hora	30	0,66	3,3
COSTO TOTAL BIMENSUAL										1.095,80

Fig. T6-2

LECCION 7

EL POLIMETRO (II)

EL POLIMETRO EN C.A.

Como ya se estudió en un tema precedente, el corazón del Tester o Polímetro, consiste en una bobina móvil que puede girar sobre un eje, según la intensidad que circule por ella. La aguja, que marca en la escala el valor medido, es solidaria del eje de giro de la bobina.

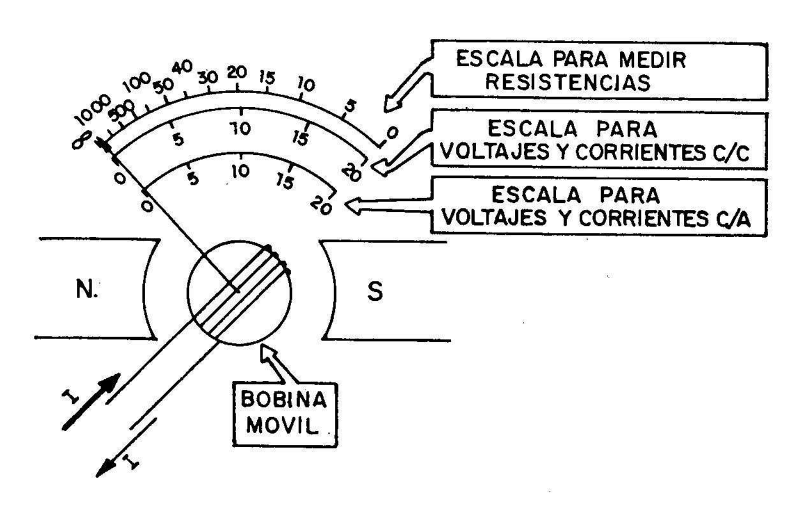


Fig. T7-1

En la posición de reposo, o sea, sin utilización, la aguja del Tester está en el extremo izquierda de la escala, que para todas las magnitudes es el comienzo de la graduación, donde se encuentre el 0, excepto para las resistencias, que tienen invertido el sentido de la graduación.

Para que la aguja al realizar una medición se desplace hacia la derecha, es preciso que la corriente que motiva la deflexión circule por ella en cierto sentido. Si la forma de circular la intensidad por la bobina es contraria a la prevista, la aguja trataría de desviarse más hacia la izquierda de su posición de reposo, impidiéndoselo el tope que allí existe y que puede provocar el doblado de la misma.

Si se hace pasar una corriente alterna por la bobina, durante un semiciclo circularía en un sentido y durante el siguiente en el contrario, es decir, que en una mitad del período la aguja se desviaría hacia la derecha y en la siguiente hacia la izquierda, caso imposible, como acabamos de ver. Por otro lado la c.a. varía constantemente de valor desde 0 hasta un valor máximo y viceversa, por lo que la aguja estaría moviéndose continuamente con una velocidad doble de la frecuencia de la c.a. No sería posible en este caso realizar ninguna medida, pues la frecuencia de la red es 50 Hz.

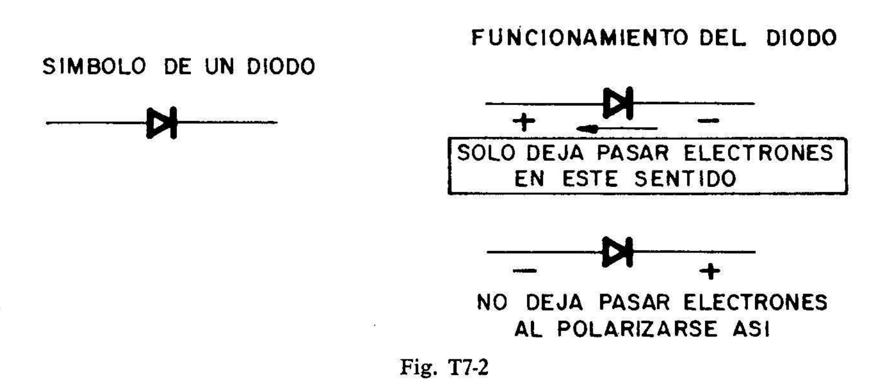


Fig. T7-2

Para evitar el primer inconveniente del cambio continuo del sentido de la corriente se utilizan 4 diodos de germanio, silicio o selenio, que como se estudiará más adelante sólo dejan pasar los electrodos en un sentido, precisamente el contrario al de la flecha con el que se simbolizan.

Realizando el siguiente circuito, la intensidad pasa por la bobina siempre en el mismo sentido.

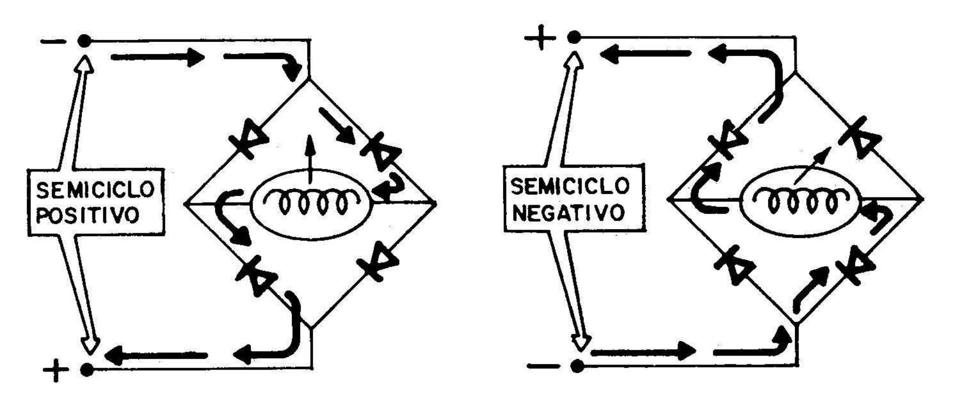


Fig. T7-3

Ya hemos conseguido que la corriente pase siempre en el mismo sentido por la bobina y que la aguja se desvíe siempre hacia la derecha. Sin embargo, el valor de la c.a. varía constantemente cada medio ciclo.

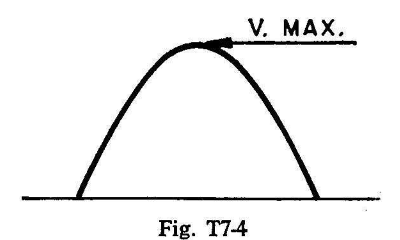


Fig. T7-4

La aguja no sigue las variaciones tan rápidas que se producen constantemente y marca el valor medio de dichos valores, teniendo en cuenta que:

$$V_{\text{MEDIO}} = 0{,}637\ V_{\text{MAX.}}$$

Luego lo que marca la aguja del Tester es el valor medio, que no tiene interés práctico. Por eso la escala del Tester está graduada en valores eficaces.

$$V_{\text{EFICAZ}} = \frac{V_{\text{MAX.}}}{1{,}41}$$

El valor eficaz es proporcional al medio:

$$V_{MAX.} = \frac{V_{MEDIO}}{0{,}637} = 1{,}41\ V_{EFICAZ}$$

$$\boxed{V_{MEDIO} = 0{,}888\ V_{EFICAZ}}$$

Teniendo en cuenta la relación se gradúa la escala directamente en valores eficaces, que son los útiles.

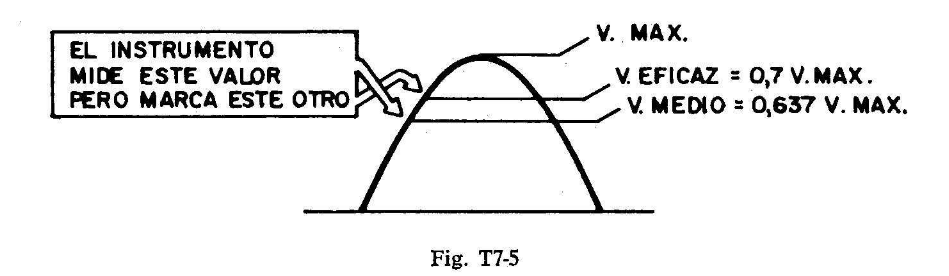


Fig. T7-5

CARACTERISTICAS DE LOS TESTER
SENSIBILIDAD

Se mide en ohmios por voltio (Ω/V) y expresa la resistencia que presenta el Tester al efectuar una medida en la escala de 1 V. También indica la corriente máxima que puede atravesar la bobina para realizar la máxima deflexión de la aguja.

Las sensibilidades más usadas de los aparatos de medida son las siguientes:

1.°) Aparatos económicos.
1.000 Ω/V. Intensidad máxima = 1 mA.

2.°) Aparatos de uso corriente.
20.000 Ω/V. Intensidad máxima = 50 μA.

3.°) Aparatos profesionales de laboratorio.
50.000 Ω/V. Intensidad máxima = 20 μA.

ERRORES DE PRECISION

a) *ERROR DE LECTURA*

Como la aguja está separada de la escala algunos milímetros, según desde qué ángulo mire el observador la aguja y la escala, dependerá la precisión de la medida. El valor correcto será el que se obtenga mirando perpendicularmente desde arriba la aguja y la escala graduada.

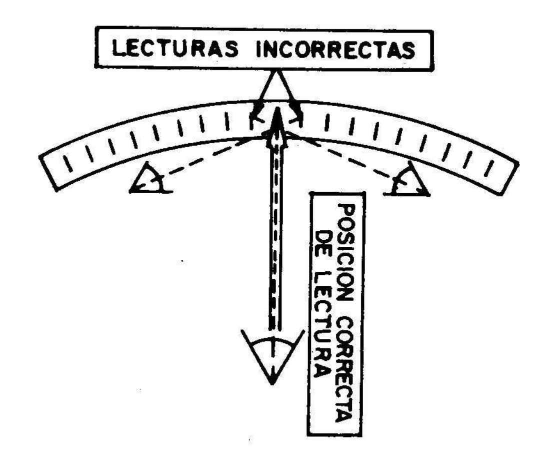


Fig. T7-6

El error que puede llegarse a cometer por esta causa oscila entre 1 ó 2 %, según la escala que se utilice y se evita mediante la utilización de un espejo situado sobre la escala.

b) *ERROR PROPIO DE CONSTRUCCION*

Está motivado por las tolerancias de la calibración del Tester, así como las que provienen del envejecimiento y variaciones de temperatura y que afecta a los componentes que forman el aparato. Por estos motivos el error que comete el aparato no suele ser superior al 3 %.

c) *ERROR POR MALA ELECCION DE ESCALA*

Nunca debe elegirse una escala para efectuar una medida tal que la aguja quede en el tercio inicial de la misma. En esta zona el error es muy grande, porque indica que estamos usando una escala muy grande para la magnitud que queremos medir.

Hay que procurar que la aguja quede en la zona comprendida entre el centro y la cuarta parte hacia la derecha.

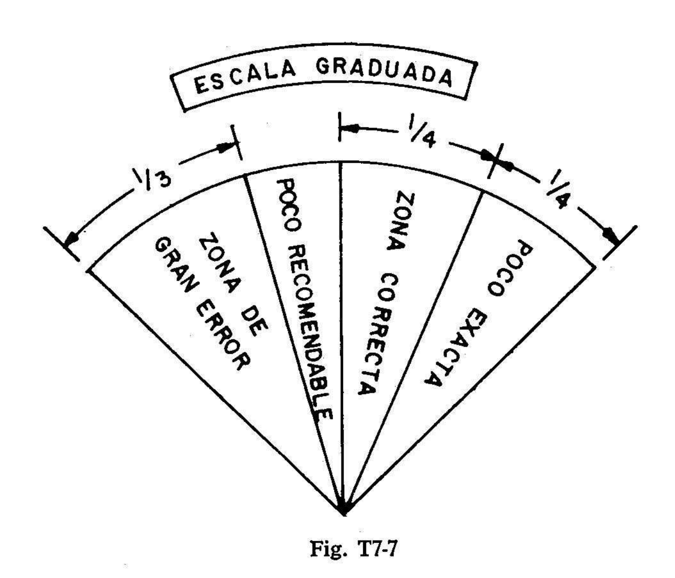


Fig. T7-7

En el caso de medir resistencias, la escala debe ser tal que la aguja no quede en las zonas de los extremos que ocupan la quinta parte de la escala.

El error por este motivo es muy importante y en caso de usar las zonas no recomendadas se pueden alcanzar valores superiores al 5 %.

d) *ERROR INTRINSECO*

Los errores que hemos considerado aquí no son muy grandes ni constantes, y se puede actuar sobre ellos para tratar de reducirlos al mínimo; sin embargo, el error que comete el Tester al realizar una medida, debido a su propia constitución, es muy difícil de paliar.

Supongamos que disponemos de un Tester de 1.000 Ω/V, colocado en la escala de 10 V, y lo conectamos a una resistencia en paralelo para medir el voltaje que existe entre sus extremos (figuras T7-8 y T7-9).

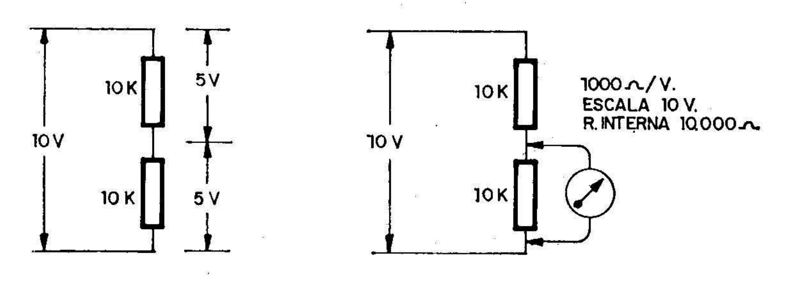


Fig. T7-8

Con estas figuras se trata de indicar el error que comete el Tester, sólo por el hecho de conectarlo para realizar la medición; en nuestro ejemplo, en lugar de medir 5 V se medirán 3,3 V.

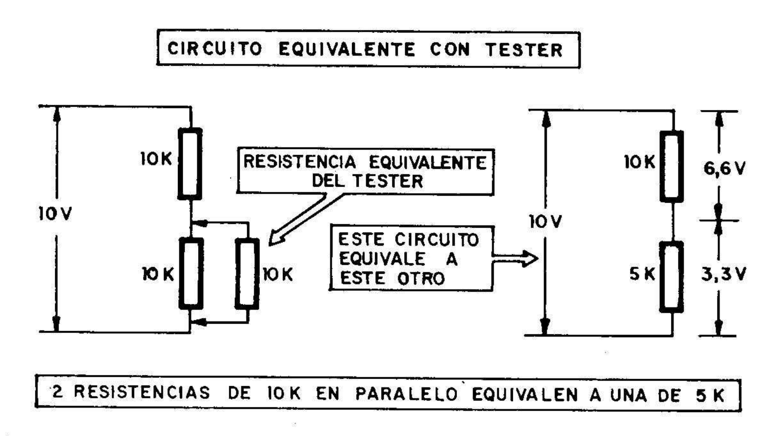


Fig. T7-9

Luego la resistencia interna del Tester al colocarse en paralelo con el elemento a medir altera la resistencia equivalente del conjunto de los dos componentes y con ello los valores de la tensión que tenía en principio.

Si en lugar de tener el Tester de resistencia interna 10 KΩ hubiese tenido 200 KΩ, cosa que se conseguiría utilizando un Tester de 20.000 Ω/V en la escala de 10 V, el error sería notablemente menor.

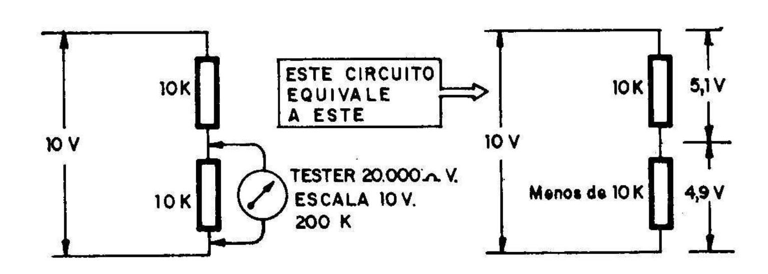


Fig. T7-10

Ahora el Tester, en lugar de medir 5 V, mide 4,9 V, cometiendo un error del 2 %.

De estos ejemplos se deduce que la precisión del aparato será tanto mayor cuanto más alta sea su sensibilidad, siendo recomendable usar como mínimo 20.000 Ω/V, y en casos de gran precisión 50.000 Ω/V. En el caso de ser muy importante evitar este tipo de error, en lugar de usar un Tester conviene utilizar un voltímetro electrónico, que se caracteriza por tener una resistencia interna de varios megohmios en todas las escalas.

LECCION **8**

CONDENSADORES

TIPOS DE CONDENSADORES

Pueden ser fijos, si mantienen constante el valor de su capacidad, y variables cuando pueden cambiarlo entre ciertos límites, mediante movimientos de ejes o tornillos.

CONDENSADORES FIJOS

Los fijos se clasifican según el dieléctrico que se coloque entre sus armaduras y se destacan.

CONDENSADORES DE PAPEL

Las armaduras son de papel de aluminio y el dieléctrico es papel. Las tiras de aluminio separadas por la de papel se enrollan, y luego se encapsula el cilindro obtenido, del cual salen dos terminales, uno para cada armadura metálica.

Una variante de este tipo de condensador de papel es el que utiliza el mismo dieléctrico, pero sobre él se depositan por medio de un proceso de evaporación una fina capa metálica por las dos caras. De esta forma se reduce mucho el volumen de los condensadores. Como característica especial de estos elementos destaca

la propiedad que tienen de recuperarse y arreglarse ellos mismos en caso de corto entre sus armaduras.

Si salta una chispa entre las armaduras, el calor disipado evapora el metal entre los bordes del agujero por donde ha saltado la chispa hasta que la metaliza de nuevo.

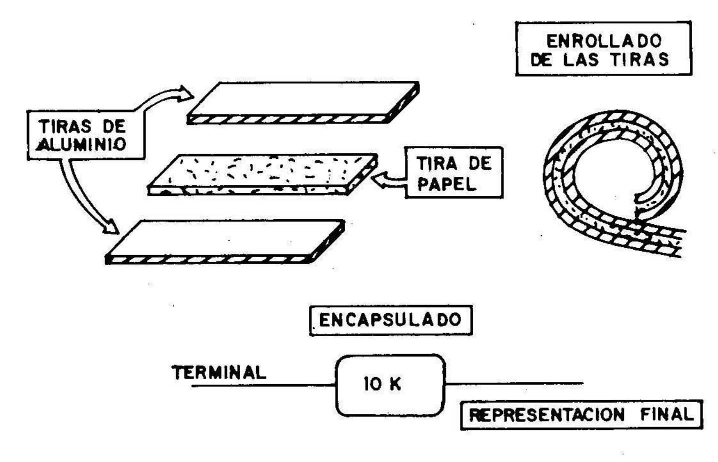


Fig. T8-1

Los condensadores de papel nunca han de alcanzar temperaturas cercanas a los 100°, pues se descompone el dieléctrico.

La vida media normal de una válvula electrónica es de 30.000 horas, mientras que estos condensadores llegan casi al doble, mientras no se les haga trabajar cerca de sus tensiones máximas.

El valor de la capacidad de estos condensadores varía entre 0,0005 y 10 μF.

CONDENSADORES CERAMICOS

Su constitución es similar a la de los condensadores de papel metálicos, cambiando el dieléctrico por una lámina de material cerámico.

Por evaporación se metalizan las dos superficies del material dieléctrico y se le recubre con barniz, saliendo los dos terminales soldados a las armaduras.

Normalmente hay dos tipos de condensadores cerámicos: el que tiene forma tubular y el de forma parecida a la de un disco.

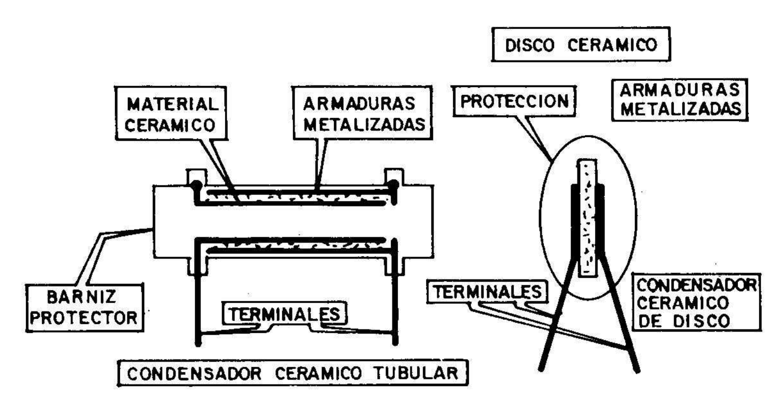


Fig. T8-2

Estos condensadores tienen una tolerancia bastante alta y muy variable con la temperatura. Se usan en los circuitos de alta frecuencia y poseen gran capacidad.

Normalmente su capacidad, su tolerancia y la tensión máxima que aguantan vienen indicadas en su cuerpo por medio de colores de cuyo significado hablaremos más adelante.

CONDENSADORES DE PLASTICO

El dieléctrico es en este caso un plástico, que por haber diferentes tipos se clasifican también según el que se emplee. Los más usados son los de stiroflex, poliéster y policarbonato.

La construcción de estos condensadores es igual que los de papel, cambiando sólo el dieléctrico empleado.

Los condensadores de stiroflex se destacan por su baja tolerancia, existiendo una gama cuyos valores están comprendidos entre 1 pF y 1 μF, aguantando tensiones de hasta 600 V.

Los condensadores de poliéster son los más utilizados y se fabrican desde 1.000 pF hasta 2 μF; en la actualidad están sustituyendo a los de papel, pues son más pequeños y resistentes.

Los condensadores de policarbonato son parecidos a los de poliéster y se fabrican en valores desde 1.000 pF hasta 10 μF, aguantando valores de hasta 1.200 V.

CONDENSADORES ELECTROLITICOS

Se caracterizan por tener valores altos de su capacidad y polaridad entre sus terminales, o sea, siempre hay que aplicar el polo positivo a uno de ellos y el negativo al otro.

Las altas capacidades que se consiguen en los electrolíticos se debe al espesor reducidísimo de su dieléctrico.

El dieléctrico es una capa de óxido que se forma por electrólisis y cuyo espesor es proporcional a la tensión que se aplica. Para la realización de la electrólisis tiene que haber entre las dos armaduras un líquido electrólito o bien una pasta porosa. En este último caso se denominan «condensadores electrolíticos semisecos» e internamente son así:

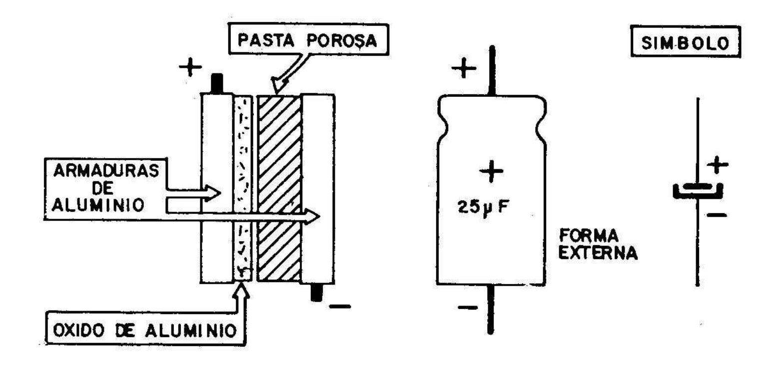


Fig. T8-3

Se suelen encapsular en tubos de aluminio, haciendo el mismo encapsulado de armadura negativa. A veces se encapsulan varios en el mismo tubo, siendo común el terminal negativo para todos ellos.

Se llega hasta varios cientos de microfaradios con este tipo de condensador, a diferentes tensiones y generalmente con bastante tolerancia.

No se olvide que estos condensadores están polarizados y vienen marcados en su cuerpo los terminales positivo y negativo.

Sustituyendo el aluminio por el tantalio se han conseguido mayores capacidades, con menor tamaño y tolerancia, aunque más caros.

CARACTERISTICAS MAS IMPORTANTES DE LOS CONDENSADORES

CORRIENTE DE FUGA

Es la pequeña intensidad, del orden de los microamperios, que pasa entre armaduras del condensador a través del dieléctrico al aplicarle la tensión de trabajo.

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Como al aplicar tensión al condensador pasa una pequeña intensidad de fuga por su dieléctrico, es como si se presentase cierta resistencia eléctrica al aplicarle c.c., que en general es de muchos miles de megohmios.

TENSION DE TRABAJO

Cuando se hace trabajar a un condensador de manera continua con una tensión superior a la que recomienda el fabricante, se quema el dieléctrico.

TEMPERATURA Y HUMEDAD

Tanto en su almacenamiento como en su trabajo, el condensador ha de estar alejado de fuentes de calor. También influye mucho la humedad del ambiente en su conservación y descomposición interna, por lo que deben estar en ambientes secos.

VALOR DE UN CONDENSADOR POR EL CODIGO DE COLORES

El valor de un condensador viene dado siempre en picofaradios cuando está indicado por franjas de colores.

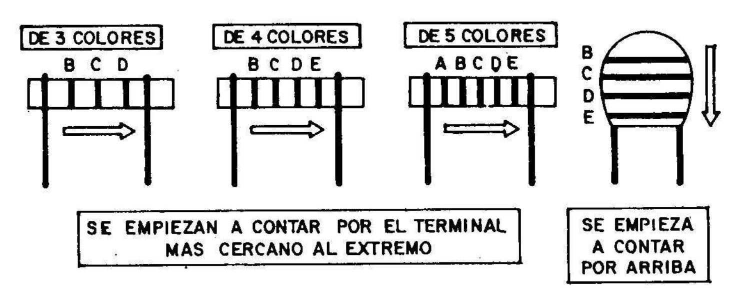


Fig. T8-4

Hay condensadores que disponen de 3 franjas de color que indican su capacidad. Si tienen 4 franjas, la última indica la tolerancia, y si tienen 5 franjas, la primera indica el coeficiente de temperatura, los tres centrales el valor en pF y el último la tolerancia.

EJEMPLOS

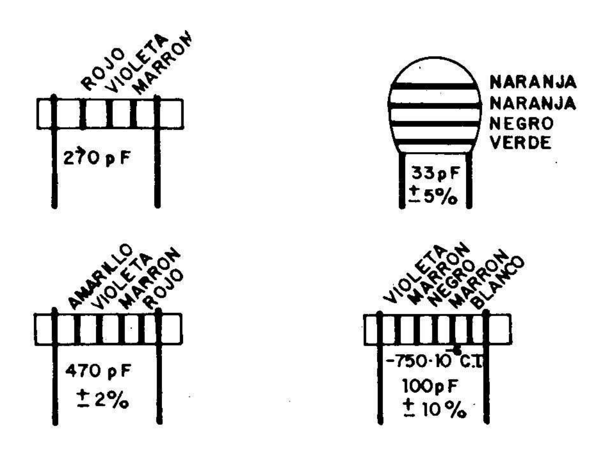


Fig. T8-5

DIVERSOS MODELOS DE CONDENSADORES

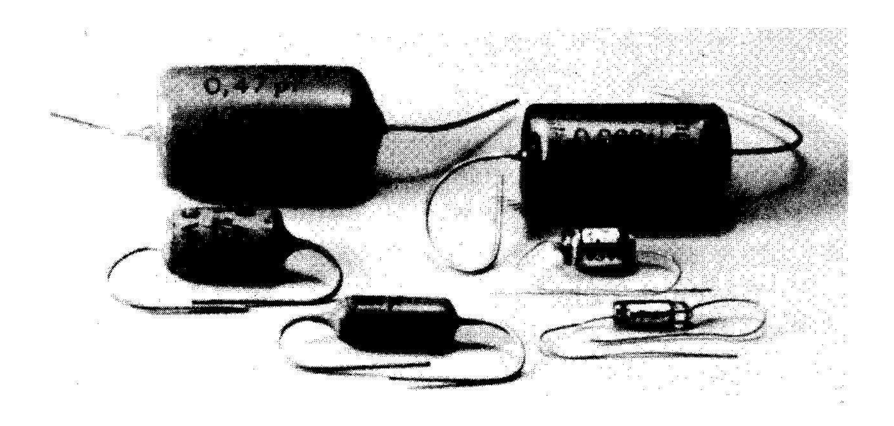


Fig. T8-6 a

Condensadores de poliéster y stiroflex

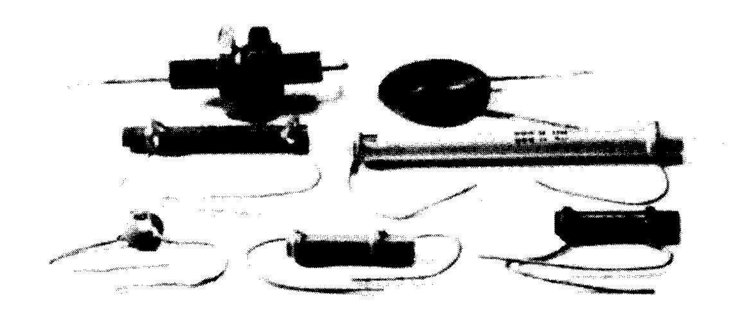


Fig. T8-6 b

Condensadores «cerámicos»

DIVERSOS MODELOS DE CONDENSADORES

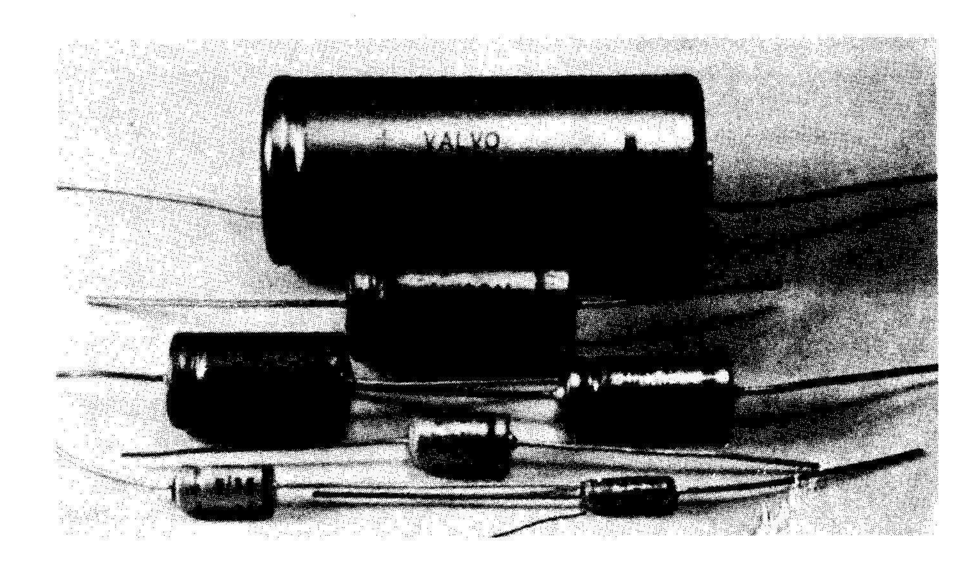


Fig. T8-6 c
Condensadores «electrolíticos»

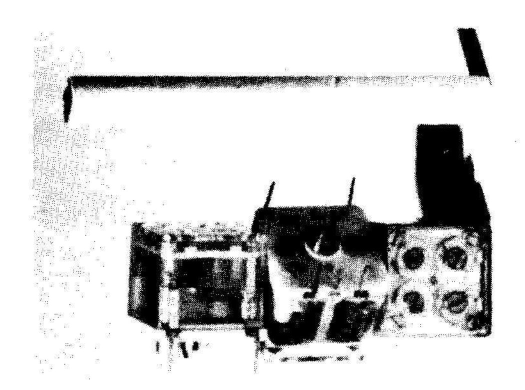


Fig. T8-6 d
Condensadores variables

LECCION 9

BOBINAS, ELECTROIMANES, MOTORES Y ALTERNADORES

INDUCTANCIA DE UNA BOBINA

Cuando pasa intensidad variable por una bobina se crea un campo magnético y cada espira es cortada por las líneas de fuerza procedentes de las demás espiras. Un campo magnético variable induce una corriente eléctrica en el conductor que corta.

Al pasar una c.a. por una bobina, cada una de sus espiras es atravesada por un campo magnético variable procedente de las demás, creándose una corriente, consecuencia del campo de la misma bobina. Esta propiedad de inducir corrientes eléctricas a las bobinas, bien a sí mismas o bien a otras, se caracteriza por el coeficiente de autoinducción o inducción mutua.

El coeficiente inductivo de una bobina dependerá además del número de espiras y sus dimensiones, así como de la mejor o peor

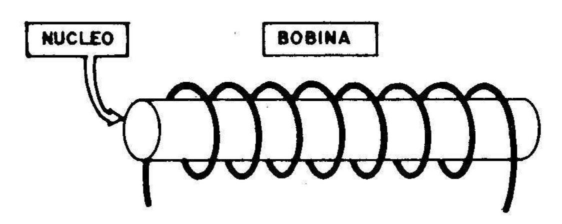


Fig. T9-1

penetración del flujo magnético a través de las espiras, Para reforzar dicho flujo interno se coloca dentro de las espiras un material buen conductor del magnetismo, denominado *núcleo*.

Los materiales más usados por su buena permeabilidad magnética son los siguientes:

Latón, hierro, hierro pulverizado, cobre, ferritas y ferroxcube.

ELECTROIMANES

Una aplicación interesante del magnetismo es la producción de fuerzas y movimientos en muchos aparatos eléctricos.

Un electroimán consiste en un núcleo, sobre el que se arrollan varias espiras de un hilo conductor. El núcleo puede consistir en una barra de hierro dulce, que tiene la característica de magnetizarse fácilmente y desmagnetizarse rápidamente.

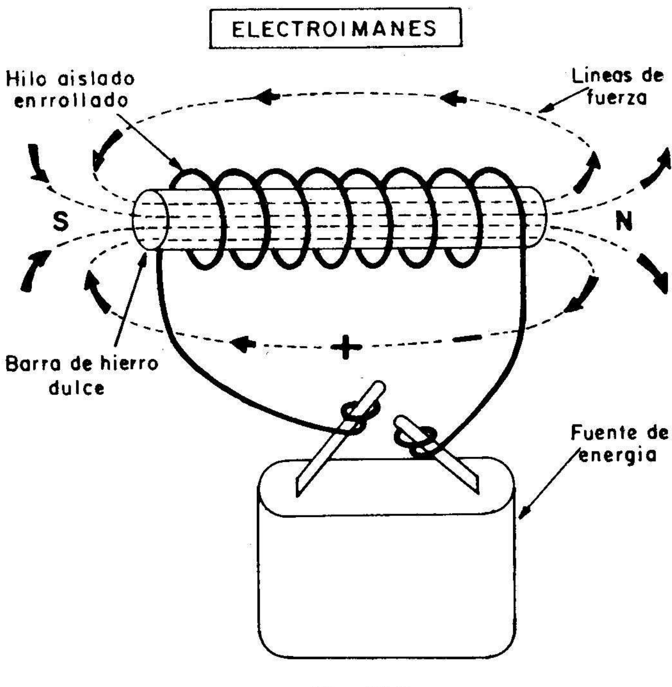


Fig. T9-2

Cuando la corriente se desconecta, el magnetismo cesa.

Al circular intensidad por el cable arrollado, el campo magnético total procedente de todas sus espiras crea el mismo efecto que un imán con sus polos norte y sur en los extremos.

El electroimán sigue comportándose como un imán mientras circule corriente por sus espiras, dejando de serlo en cuanto se corta la circulación de electrones.

La potencia de un electroimán puede modificarse alterando el número de espiras del devanado o la intensidad que lo atraviesa. Los polos del imán creado se pueden cambiar invirtiendo las conexiones de los terminales de la bobina, o sea, cambiando los polos de la pila.

Las aplicaciones de los electroimanes son muy variadas: se usan en los teléfonos, en los timbres y sobre todo en el transporte de piezas de hierro y aceros por medio de electroimanes suspendidos de grúas.

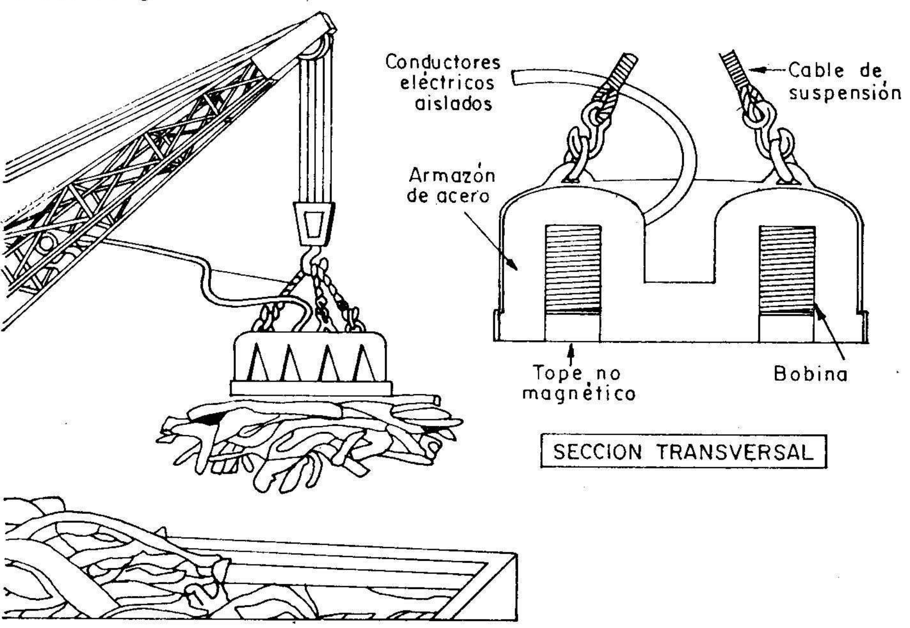


Fig. T9-3

EL MOTOR ELECTRICO

CONSTRUCCION

Está formado por una bobina o electroimán que se arrolla sobre un eje giratorio. También en su interior existe un campo magnético, que puede estar formado por un imán permanente o por la corriente que circula por otras bobinas fijas (fig. T9-4).

Las bobinas giratorias se denominan «inducido», mientras que las estacionarias que crean un campo constante se denominan devanado «inductor».

El motor más elemental sólo tendrá una bobina giratoria o rotor, a la que se alimenta de corriente a través de unas escobillas y un imán (estator) que produce un flujo que corta a la bobina.

A la bobina móvil se le conecta una corriente que proviene de los polos de la pila a través de las escobillas que toçan al colector, que es un anillo partido en los segmentos o delgas, que giran a la par de la bobina móvil. Esto supone que cada media vuelta se invierte el sentido de la intensidad por la bobina, produciéndose constantemente unas fuerzas de atracción y repulsión entre el campo magnético del estator y el del rotor (polos del mismo signo se repelen y de distinto se atraen) (fig. T9-5).

Al aprovechar adecuadamente las fuerzas de los campos magnéticos se produce constantemente un par de giro, que mantiene el movimiento rotatorio de la bobina central.

En la práctica, y para aumentar los efectos y fuerzas de los campos, el inducido está constituido por gran cantidad de espiras devanadas en el eje de transmisión del motor, mientras que el campo inductor lo crea otra serie de espiras inmóviles atravesadas por una corriente. También es muy frecuente el uso de motores alimentados con c.a., pero en estas líneas sólo se pretende dar una idea muy básica de los motores.

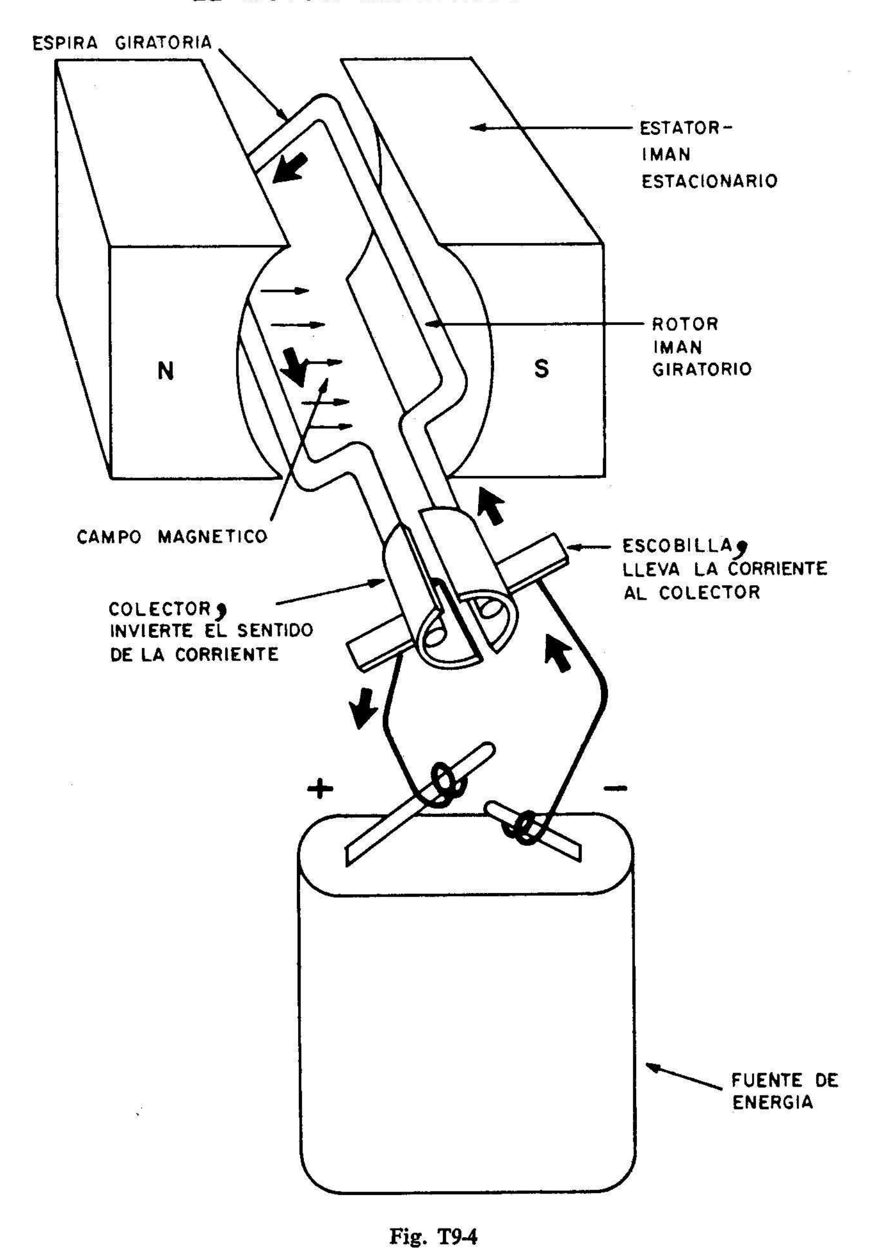

EL MOTOR ELECTRICO
ESPIRA GIRATORIA
ESTATOR-
IMAN
ESTACIONARIO
N
S
ROTOR
IMAN
GIRATORIO
CAMPO MAGNETICO
ESCOBILLA,
LLEVA LA CORRIENTE
AL COLECTOR
COLECTOR,
INVIERTE EL SENTIDO
DE LA CORRIENTE
+
-
FUENTE DE
ENERGIA

Fig. T9-4

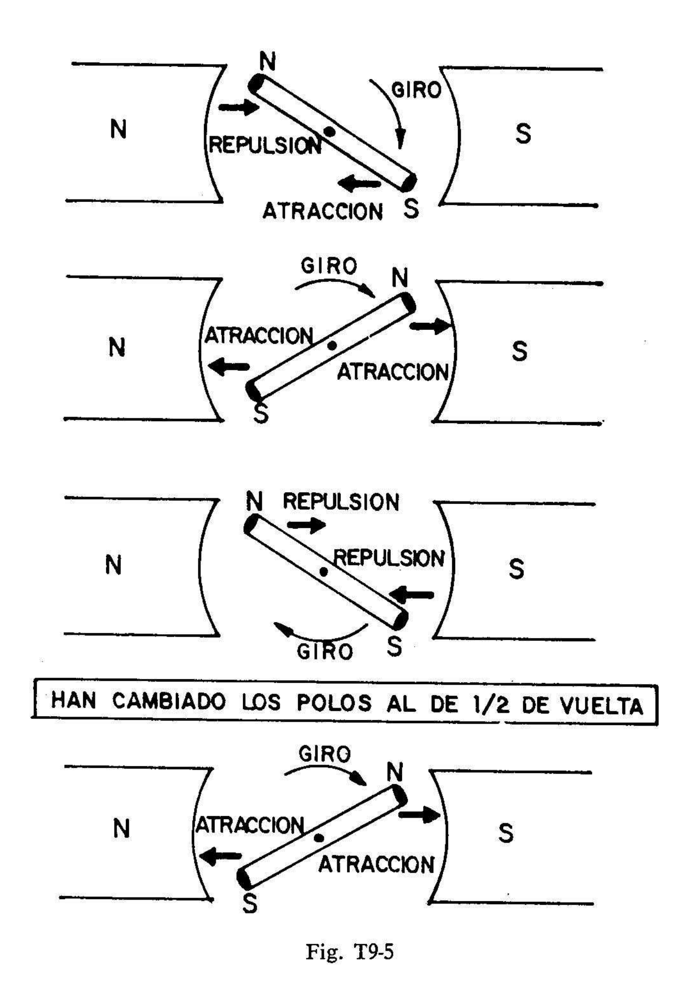


Fig. T9-5

GENERADORES DE C.A.

Los alternadores son los generadores usados en c.a., como las pilas o baterías lo son en c.c. Su estructura interna es similar al motor eléctrico, sólo que en lugar de aplicar al inducido una corriente mediante la cual gira, se le aplica al eje el movimiento giratorio para obtener entre los extremos del rotor una corriente alterna, que es la que utilizamos.

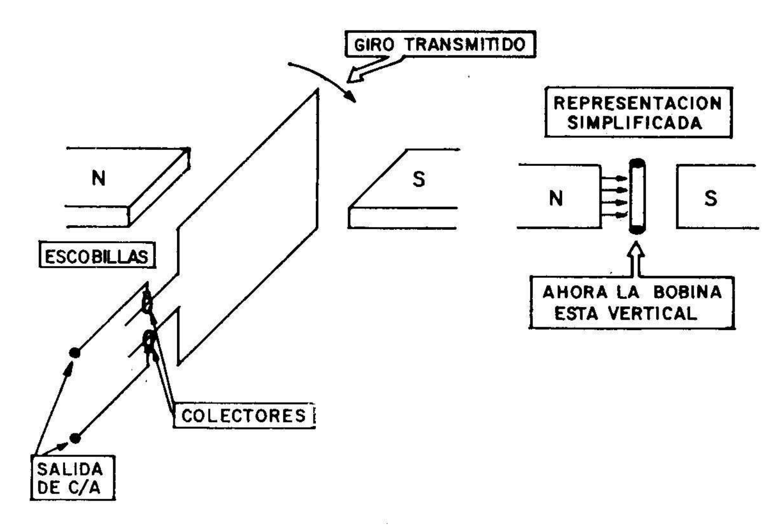


Fig. T9-6

Sabemos por la lección de teoría, que cuando a un conductor le corta un campo magnético variable, se produce en él una tensión llamada fuerza electromotriz (f.e.m.) que varía con las variaciones del campo. Este es el principio del transformador, aunque en él no hay piezas móviles.

En el alternador elemental representado en la figura, el flujo magnético del imán es constante, pero corta a la bobina de una manera variable al girar y oponer una superficie variable al paso de las líneas de fuerza.

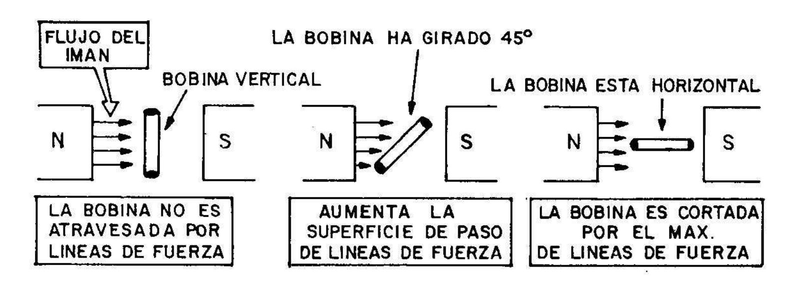


Fig. T9-7

Se comprueba por las figuras anteriores que al girar la bobina desde su posición vertical hasta la horizontal, o sea, un ángulo de 90°, el flujo aumenta desde el mínimo (nulo) en la primera posición hasta un máximo en la posición final. Los siguientes 90° sucede lo mismo, pero variando el flujo al revés, o sea, del máximo al mínimo. De lo expuesto se deduce que en una vuelta completa de la bobina suceden cuatro variaciones alternas, una por cada 90°, del flujo que corta a la bobina, pasando del máximo al mínimo o viceversa. Como la f.e.m. varía proporcionalmente con el flujo, su valor tiene la forma senoidal propia de la c.a.

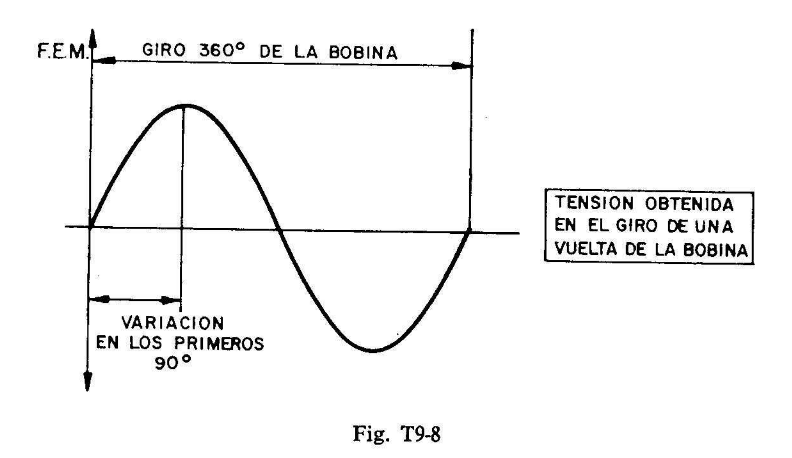


Fig. T9-8

Como en el caso del motor, y para aumentar el rendimiento del alternador, el rotor consta de varias espiras y el estator suele consistir en devanados inmóviles que crean y sustituyen al campo magnético del imán.

SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS PROPUESTOS

LECCION 1.ª

1.ª Pregunta. — Solución: 1
2.ª Pregunta. — Solución: 3
3.ª Pregunta. — Solución: 3
4.ª Pregunta. — Solución: 3
5.ª Pregunta. — Solución: 1
6.ª Pregunta. — Solución: 2
7.ª Pregunta. — Solución: 2

LECCION 2.ª

1.ª Pregunta. — Solución: 3
2.ª Pregunta. — Solución: 1
3.ª Pregunta. — Solución: 3
4.ª Pregunta. — Solución: 2
5.ª Pregunta. — Solución: 3
6.ª Pregunta. — Solución: 2

PROBLEMA. — Solución: 2 A

LECCION 3.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *b*
2.ª Pregunta. — Solución: *c*
3.ª Pregunta. — Solución: *c*
4.ª Pregunta. — Solución: *c*
5.ª Pregunta. — Solución: *b*

PROBLEMA. — Solución: 448 m

LECCION 4.ª

1.er Problema. — Solución: 0,625 A
2.º Problema. — Solución: 62,5 Ω
3.er Problema. — Solución: 6 V
4.º Problema. — Solución: 8,3 A -16,6 V - 33,2 V y 49,8 V.
5.º Problema. — Solución: a) 2 A por la resistencia de 5 Ω
b) 1 A por la resistencia de 10 Ω

LECCION 5.ª

1.er Problema. — Solución: 1 A
2.° Problema. — Solución: 3,5 Ω
3.er Problema. — Solución: *a*) Por la resistencia de 3 Ω pasan 3 A
b) Por la resistencia de 6 Ω pasan 1,5 A
4.° Problema. — Solución: *a*) En la resistencia de 6 Ω hay 7,2 V
b) En la resistencia de 9 Ω hay 10,8 V

LECCION 6.ª

1.er Problema. — Solución: 660 W
2.° Problema. — Solución: 0,06 W
3.er Problema. — Solución: 0,32 A
4.° Problema. — Solución: 2.500 Ω
5.° Problema. — Solución: 6 Ptas.
6.° Problema. — Solución: 5,50 Ptas.

LECCION 7.ª

1.er Ejercicio. — Solución: El dibujo de la c.a. pedida consiste en una sinusoide, que alcanza el valor máximo de 8 V en los dos semiciclos y dura 8/10 de segundo el ciclo completo.
2.° Ejercicio. — Solución: 310,2 V
3.er Ejercicio. — Solución: 20 A
4.° Ejercicio. — Solución: 1/60 segundo
5.° Ejercicio. — Solución: En el dibujo, la tensión de 220 V alcanzará un máximo de 310,2 V y estará adelantada medio ciclo respecto a la de 125 V, que alcanzará un máximo de 176,2 V.

LECCION 8.ª

1.er Ejercicio. — Solución: 1) 0,01 F
2) 10.000.000 nF

2.º Ejercicio. — Solución: 1) Ninguna
2) 3,93 A

3.er Ejercicio. — Solución: 3.000 segundos

4.º Ejercicio. — Solución: 144.759.698,9 Ω

5.º Ejercicio. — Solución: 1,71 F

LECCION 9.ª

1.ª Pregunta. — Solución: *a*)

2.ª Pregunta. — Solución: *b*)

3.ª Pregunta. — Solución: *c*)

4.ª Pregunta. — Solución: *c*)

5.ª Pregunta. — Solución: *b*)

1.er Problema. — Solución: 88 espiras

2.º Problema. — Solución: 1) 4,5 A
2) 0,63 A

3.er Problema. — Solución: 0,140 H

4.º Problema. — Solución: 0,061 A

5.º Problema. — Solución: Ninguna

ELECTRÓNICA FUNDAMENTAL

Esta obra, en 7 tomos, constituye un Curso Básico de Electrónica, tanto en el aspecto teórico como en el práctico, con el que se adquiere un conocimiento completo de lo que es la electrónica, desde las válvulas de vacío hasta los circuitos integrados e, incluso, los microprocesadores.

El curso completo consta de siete tomos y el temario teórico y práctico que contiene cada uno es el siguiente:

Tomo 1.– *Teoría:* Introducción a la Electrónica. Electricidad.
Práctica: Soldadura y montajes eléctricos. El aparato de medida. Componentes eléctricos y electrónicos.

Tomo 2.– *Teoría:* Fuentes de alimentación. Rectificadores y filtros.
Práctica: Características de las válvulas y diodos semiconductores. Montaje de fuentes de alimentación.

Tomo 3.– *Teoría:* Amplificadores.
Práctica: Sonido, altavoces y micrófonos. Características de las válvulas amplificadoras. Amplificadores de baja y alta frecuencia.

Tomo 4.– *Teoría:* Generadores de señales. Osciladores. Receptor superheterodino de A.M.
Práctica: Montajes, ajuste y averías de un receptor de radio.

Tomo 5.– *Teoría:* Diodos, transistores y semiconductores especiales.
Práctica: Experimentación y montajes sobre circuitos con transistores semiconductores especiales.

Tomo 6.– *Teoría:* Circuitos integrados digitales y analógicos. El microprocesador. Hardware y software del microprocesador 8085.
Práctica: Montajes y experimentación con circuitos integrados analógicos y digitales. Programación del microprocesador 8085.

Tomo 7.– Ofrece una amplia gama de problemas, sobre todos los temas que abarca la Electrónica Moderna.

ISBN 84-283-085





Magallanes, 25 - 28015 Madrid

Bt